

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ**  
**ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
**ЮРГИНСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ**  
**Федерального государственного автономного образовательного учреждения**  
**высшего образования**  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ**  
**ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт: Юргинский технологический институт  
 Направление подготовки: 20.03.01 «Техносферная безопасность»  
 Профиль: «Защита в чрезвычайных ситуациях»

### БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
<b>Повышение эффективности противопожарной защиты хлебопекарного цеха ООО «Болотноехлебопродукт»</b>

УДК 614.841.3:614.842.4:664

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
З-17Г60	Сиволова Валентина Андреевна		

Руководитель/ консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ ТПУ/ Ст. преподаватель ЮТИ ТПУ	Мальчик А.Г./ Деменкова Л.Г.	к.т.н./ к.пед.н		

### КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ ТПУ	Полицинская Е.В.	к.пед.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель ЮТИ ТПУ	Деменкова Л.Г.	к.пед.н.		

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель ЮТИ ТПУ	Деменкова Л.Г.	к.пед.н.		

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ООП 20.03.01 «Техносферная безопасность»	Солодский С.А.	к.т.н.		

Юрга – 2021 г.

**ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП  
НАПРАВЛЕНИЯ 20.03.01 – «ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ»**

<b>Код компетенции</b>	<b>Наименование компетенции</b>
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>	
<b>ОПК(У)-3</b>	Способность ориентироваться в основных нормативно-правовых актах в области обеспечения безопасности
<b>ОПК(У)-4</b>	Способность пропагандировать цели и задачи обеспечения безопасности человека и окружающей среды
<b>Профессиональные компетенции</b>	
<b>ПК(У)-5</b>	Способность ориентироваться в основных методах и системах обеспечения техносферной безопасности, обоснованно выбирать известные устройства, системы и методы защиты человека и окружающей среды от опасностей
<b>ПК(У)-6</b>	Способность принимать участие в установке (монтаже), эксплуатации средств защиты
<b>ПК(У)-7</b>	Способность организовывать и проводить техническое обслуживание, ремонт, консервацию и хранение средств защиты, контролировать состояние используемых средств защиты, принимать решения по замене (регенерации) средства защиты
<b>ПК(У)-8</b>	Способность выполнять работы по одной или нескольким профессиям рабочих, должностям служащих
<b>ПК(У)-9</b>	Готовность использовать знания по организации охраны труда, охраны окружающей среды и безопасности в чрезвычайных ситуациях на объектах экономики
<b>ПК(У)-10</b>	Способность использовать знание организационных основ безопасности различных производственных процессов в чрезвычайных ситуациях
<b>ПК(У)-11</b>	Способность организовывать, планировать и реализовывать работу исполнителей по решению практических задач обеспечения безопасности человека и окружающей среды
<b>ПК(У)-12</b>	Способность применять действующие нормативные правовые акты для решения задач обеспечения безопасности объектов защиты

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
 высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт: Юргинский технологический институт  
 Направление подготовки: 20.03.01 «Техносферная безопасность»  
 Профиль: «Защита в чрезвычайных ситуациях»

УТВЕРЖДАЮ:  
 Руководитель ООП  
 \_\_\_\_\_ С.А. Солодский  
 «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 г.

**ЗАДАНИЕ**  
 на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

<b>БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ</b>
----------------------------

Студенту:

Группа	ФИО
З-17Г60	Сиволовой Валентине Андреевне

Тема работы:

<b>Повышение эффективности противопожарной защиты хлебопекарного цеха ООО «Болотноехлебопродукт»</b>	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	от 01.02.2021 г. № 32-105/с

Срок сдачи студентами выполненной работы:	07.06.2021 г.
---	---------------

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Исходные данные к работе:</b>	Производственное здание. Общая площадь 73,8 м <sup>2</sup> , в т.ч. помещение для хранения муки – 7 м <sup>2</sup> . Количество надземных этажей – 1. Степень огнестойкости 2 Класс функциональной пожарной опасности – Ф5.3. Степень огнестойкости – 2. Класс конструктивной пожарной опасности – С2. Численность работающих 13 человек, наибольшая рабочая смена – 4 человека.
<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов:</b>	1. Провести литературный обзор по вопросам состояния проблем обеспечения пожарной безопасности на предприятиях хлебопекарной промышленности. 2. Дать характеристику объекта защиты – хлебопекарного цеха ООО «Болотноехлебопродукт» и оценить мероприятия объекта защиты по пожарной безопасности. 3. Составить техническое задание на проектирование системы противопожарной

	защиты. 4. Разработать мероприятия по повышению пожарной безопасности объекта защиты.
<b>Перечень графического материала:</b>	1. План расположения оборудования и сетей пожарной сигнализации (1 лист А3). 2. План расположения оборудования и сетей СОУЭ (1 лист А3). 3. План расположения оборудования и сетей охранной сигнализации (1 лист А3). 4. Структурная схема (1 лист А3).
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b> (с указанием разделов)	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Полицинская Е.В., к.пед.н.
Социальная ответственность	Деменкова Л.Г., к.пед.н.
Нормоконтроль	Деменкова Л.Г., к.пед.н.
<b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b>	
Реферат	

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	10.02.2021 г.
---	---------------

**Задание выдал руководитель/ консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ ТПУ/ Ст. преподаватель ЮТИ ТПУ	Мальчик А.Г./ Деменкова Л.Г.	к.т.н./ к.пед.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
З-17Г60	Сиволова В.А.		

## Реферат

Выпускная квалификационная работа выполнена на 87 страницах, содержит 13 рисунков, 22 таблицы, 50 источников, 4 приложения.

Ключевые слова: ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, ПРЕДПРИЯТИЯ ХЛЕБОПЕКАРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ, ПРОТИВОПОЖАРНАЯ ЗАЩИТА, ПОЖАРНАЯ СИГНАЛИЗАЦИЯ, ОХРАННАЯ СИГНАЛИЗАЦИЯ.

Объектом исследования является хлебопекарный цех ООО «Болотноехлебопродукт».

Предмет исследования: система пожарной безопасности хлебопекарного цеха ООО «Болотноехлебопродукт».

Цель работы: проектирование системы пожарной безопасности хлебопекарного цеха ООО «Болотноехлебопродукт».

Задачи работы:

- провести литературный обзор по вопросам состояния проблем обеспечения пожарной безопасности на предприятиях хлебопекарной промышленности;

- дать характеристику объекта защиты – хлебопекарного цеха ООО «Болотноехлебопродукт» и оценить мероприятия объекта защиты по пожарной безопасности;

- составить техническое задание на проектирование системы противопожарной защиты;

- разработать мероприятия по повышению пожарной безопасности объекта защиты хлебопекарного цеха ООО «Болотноехлебопродукт».

В результате выполнения выпускной квалификационной работы разработан проект системы противопожарной защиты хлебопекарного цеха ООО «Болотноехлебопродукт», соответствующий требованиям нормативных документов.

## Abstract

The final qualification work is made on 87 pages, contains 13 figures, 22 tables, 50 sources, 4 appendices.

Keywords: FIRE SAFETY, ENTERPRISES OF THE BAKING INDUSTRY, FIRE PROTECTION, FIRE ALARM SYSTEM, SECURITY ALARM SYSTEM.

The object of the study is the bakery shop of LLC "Bolotnoehleboprodukt".

Subject of research: fire safety system of the bakery shop of LLC "Bolotnoehleboprodukt".

The purpose of the work: design of the fire safety system of the bakery shop of LLC "Bolotnoehleboprodukt".

Tasks of the work:

- to conduct a literature review on the state of the problems of fire safety at the enterprises of the baking industry;
- give a description of the object of protection – the bakery shop of LLC "Bolotnoehleboprodukt" and evaluate the measures of the object of protection for fire safety;
- create a technical task for the design of a fire protection system;
- develop measures to improve the fire safety of the object of protection of the bakery shop of LLC "Bolotnoehleboprodukt".

As a result of the final qualification work, a project of the fire protection system of the bakery shop of LLC "Bolotnoehleboprodukt" was developed, which meets the requirements of regulatory documents.

## Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 12.0.003-2015 «Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация».

ГОСТ 12.1.004-91 «Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования».

ГОСТ 12.1.010-76 Система стандартов безопасности труда. Взрывобезопасность. Общие требования».

ГОСТ 12.4.009-83 Система стандартов безопасности труда. Пожарная техника для защиты объектов.

ГОСТ Р 50776-95 «Системы тревожной сигнализации».

Список используемых обозначений и сокращений:

АКБ – аккумуляторная батарея.

АУПС – автоматическая установка пожарной сигнализации.

БИ – блок индикации.

ВОРС – внутриобъектовая радиоканальная система.

ДИП – дымовой пожарный извещатель.

ДПЛС – двухпроводная линия связи.

ИП – извещатель пожарный.

ИПР – извещатель пожарный ручной.

ИСМ – интегрированная система мониторинга.

ППКОП – прибор приемно-контрольный охранно-пожарный.

ПЦН – пульт централизованного наблюдения.

КДЛ – контроллер двухпроводной линии.

КПБ – контрольно-пусковой блок.

СОУЭ – система оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией.

## Оглавление

	С.
Введение	11
1 Обзор литературы	13
1.1 Нормативная база обеспечения пожарной безопасности хлебопекарных предприятий	13
1.2 Выбор системы противопожарной защиты	18
1.2.1 Общие принципы выбора системы противопожарной защиты	18
1.2.2 Сравнительный анализ систем противопожарной защиты различных производителей	23
1.3 Выводы по главе 1	24
2 Объект и методы исследования	25
2.1 Характеристика хлебопекарного цеха ООО «Болотноехлебопродукт»	25
2.2 Анализ действующей системы пожарной безопасности хлебопекарного цеха ООО «Болотноехлебопродукт»	27
2.3 Выводы по главе 2	29
3 Расчёты и аналитика	30
3.1 Расчёт категории хлебопекарного цеха	30
3.2 Расчёт времени эвакуации при пожаре из здания хлебопекарного цеха	34
3.3 Расчет времени блокирования путей эвакуации опасными факторами пожара	37
3.4 Расчёт величины пожарного риска	43
3.5 Техническое задание на проектирование системы противопожарной защиты	45
3.5.1 Описание требований к системе противопожарной защиты	45



3.5.2	Основные технические решения, принятые в проекте	47
3.5.2.1	Автоматическая установка пожарной сигнализации	47
3.5.2.2	Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре	52
3.5.2.3	Охранная сигнализация	53
3.6	Расчёт оборудования для резервного питания	56
3.7	Выводы по главе 3	57
4	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	58
4.1	Оценка прямого ущерба от пожара	58
4.2	Расчёт стоимости оборудования системы	59
4.3	Расчёт пусконаладочных работ	60
4.4	Расчёт технического обслуживания	61
4.5	Выводы по главе 4	63
5	Социальная ответственность	64
5.1	Описание рабочего места пекаря	64
5.2	Анализ выявленных вредных факторов	65
5.2.1	Микроклимат	65
5.2.2	Вредные вещества	66
5.2.3	Инфракрасное излучение	68
5.2.4	Тяжесть труда	69
5.3	Анализ выявленных опасных факторов	69
5.4	Охрана окружающей среды	71
5.5	Защита в чрезвычайных ситуациях	71
5.6	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	71
5.7	Выводы по главе 5	73
	Заключение	74

Список использованных источников	76
Приложение А План расположения оборудования и сетей пожарной сигнализации	84
Приложение Б План расположения оборудования и сетей СОУЭ	85
Приложение В План расположения оборудования и сетей охранной сигнализации	86
Приложение Г Структурная схема	87

## Введение

Современное развитие общества характеризуется высоким научно-техническим потенциалом. Осваиваются новые технологии и методы производства продукции. Однако этот потенциал не позволяет достичь абсолютной безопасности и полностью избежать аварийно-опасных ситуаций даже при нормальном протекании технологического процесса. Одним из ведущих факторов техногенной опасности являются пожары. Борьба с пожарами представляет собой сложное, трудоемкое и дорогое мероприятие. Несмотря на широкое осуществление мер пожарной профилактики, число загораний, пожаров и взрывов на пищевых предприятиях остается сравнительно большим. В результате пожаров происходит гибель людей, материальные потери, загрязнение окружающей среды токсичными продуктами горения.

По статистическим данным МЧС [1], общее количество пожаров в России в 2020 году сократилось на 7%, гибели на них – на 3,5% и травмирования – почти на 11%. За этот период зарегистрировано 439 100 пожаров, на которых погибло 8262 человека и получили травмы – 8439.

С целью предупреждения взрывопожароопасных ситуаций, планирования и осуществления противопожарных мероприятий необходимо контролировать все пожаро- и взрывопожароопасные места и работы, учитывая причины опасных ситуаций. Противопожарная защита осуществляется в соответствии с ГОСТ 12.1.004-91 «Пожарная безопасность. Общие требования» [2] и ГОСТ 12.1.010-76 «Взрывобезопасность. Общие требования» [3].

Одним из направлений по снижению уровня взрывопожароопасности является применение систем противопожарной защиты. Характеристика систем противопожарной защиты дана в ст. 52 Федерального закона от 22.07.2008 N 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [4].

Объектом исследования является хлебопекарный цех ООО «Болотноехлебопродукт».

Предмет исследования: система пожарной безопасности хлебопекарного цеха ООО «Болотноехлебопродукт».

Цель работы: проектирование системы пожарной безопасности хлебопекарного цеха ООО «Болотноехлебопродукт».

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- провести литературный обзор по вопросам состояния проблем обеспечения пожарной безопасности на предприятиях хлебопекарной промышленности;

- дать характеристику объекта защиты – хлебопекарного цеха ООО «Болотноехлебопродукт» и оценить мероприятия объекта защиты по пожарной безопасности;

- составить техническое задание на проектирование системы противопожарной защиты;

- разработать мероприятия по повышению пожарной безопасности объекта защиты хлебопекарного цеха ООО «Болотноехлебопродукт».

## 1 Обзор литературы

### 1.1 Нормативная база обеспечения пожарной безопасности хлебопекарных предприятий

Пожарная опасность хлебопекарных предприятий определяется свойствами сырья, готовой продукции, а также характером технологического процесса. Мука, сахар, масло, хлеб и булочные, кондитерские изделия – горючие вещества, имеющие различные характеристики по воспламенению и самовоспламенению. Склады, мешкоочистительные, котельные, газораспределительные пункты относятся к взрывоопасным помещениям, т.к. характеризуются повышенным выделением пыли. Пекарный зал, тарный склад и другие помещения с высокой пожарной нагрузкой являются пожароопасными. Для обеспечения пожарной безопасности на предприятиях хлебопекарной промышленности должны быть соблюдены строительные, противопожарные и санитарно-гигиенические нормы.

Основное пожарно-профилактическое требование – рациональное зонирование территории предприятия по функциональному назначению зданий и сооружений, т.е. их группирование и расположение с учетом назначения, степени огнестойкости, пожарной опасности, расположения в них производств, выделяющих в окружающую среду вредные вещества, а также с учетом направления господствующих ветров.

Юридической основой для определения системы и видов нормативных актов, выступающих в качестве источников пожарного законодательства, является Конституция Российской Федерации [5]. Нормативно-правовое регулирование в области пожарной безопасности осуществляется в соответствии с нормативно-правовыми актами федерального уровня, ведомственными нормативно-правовыми актами и нормативно-правовыми актами субъектов РФ. Нормативные документы по пожарной безопасности подлежат регистрации и официальному опубликованию в установленном

порядке. Основным нормативным документом в области организации системы пожарной безопасности населения и объектов экономики является Федеральный закон РФ от 21.12.1994 N 69-ФЗ «О пожарной безопасности» [6]. Этот закон устанавливает общие правовые, экономические и социальные основы обеспечения пожарной безопасности в РФ. Федеральный закон РФ от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [4] определяет основные положения технического регулирования в области пожарной безопасности и устанавливает общие требования пожарной безопасности к объектам защиты, в том числе к зданиям, сооружениям и строениям, промышленным объектам, пожарно-технической продукции и продукции общего назначения.

Существующая нормативно-правовая база пожарной безопасности, развивающая положения федеральных законов, включает постановления Правительства РФ, ГОСТ, своды правил и др.

Постановлением Правительства Российской Федерации от 16.09.2020 N 1479 утверждены «Правила противопожарного режима в Российской Федерации» [7] которые содержат требования пожарной безопасности, устанавливающие правила поведения людей, порядок организации производства и (или) содержания территорий, зданий, сооружений, помещений организаций и других объектов в целях обеспечения пожарной безопасности.

Свод правил СП 4.13130.2013 «Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям» [8] определяет требования, предъявляемые к объемно-планировочным и конструктивным решениям при проектировании зданий и сооружений, позволяющих ограничить распространение пожара на объектах защиты, в т.ч. требования к обеспечению деятельности пожарных подразделений (проходам, проездам и подъездам к зданиям и сооружениям).

ГОСТ 12.1.004-91 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность. Общие требования» [2] регламентирует требования к

системам предотвращения пожара и противопожарной защиты, в том числе организационно-техническим мероприятиям. Системы пожарной безопасности должны выполнять следующие задачи:

- исключать возникновение пожара;
- обеспечивать пожарную безопасность людей;
- обеспечивать пожарную безопасность материальных ценностей;
- обеспечивать пожарную безопасность людей и материальных ценностей одновременно.

Основным документом, регулирующим вопросы проектирования и эксплуатации пекарен, является ВНТП 02-92 «Нормы технологического проектирования предприятий хлебопекарной промышленности» [9].

НПБ 110-03 «Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите автоматическими установками пожаротушения и автоматической пожарной сигнализацией» [10] определяет перечень зданий и сооружений помещения и оборудование подлежащее защите автоматическими установками пожаротушения АПС.

Субъекты РФ вправе разрабатывать и утверждать в пределах своей компетенции нормативно-правовые акты, регулирующие вопросы обеспечения пожарной безопасности на территории субъекта РФ и не снижающие требований пожарной безопасности, установленных федеральным законодательством. Так, в Новосибирской области нормативно-правовая база пожарной безопасности включает следующие документы:

- закон Новосибирской области от 14.05.2005 № 294-ОЗ «О противопожарной службе Новосибирской области и обеспечении пожарной безопасности в Новосибирской области» (ред. от 12.03.2018) ;

- постановление Губернатора Новосибирской области от 04.08.2008 N 303 «Об утверждении Порядка организации и проведения обучения населения мерам пожарной безопасности на территории Новосибирской области» (ред. от 25.04.2016 № 101);

- закон Новосибирской области от 07.11.2011 № 134-ОЗ (ред. от 29.05.2017) «О государственной поддержке добровольной пожарной охраны в Новосибирской области» и др.

На предприятиях хлебопекарной промышленности согласно Постановлению Правительства РФ «О федеральном государственном пожарном надзоре» от 12.04.2012 г. № 290 [11] осуществляется надзор согласно следующим нормативно-правовым актам:

- Приказ МЧС России от 12.12.2007 г. № 645 «Об утверждении норм пожарной безопасности «Обучение мерам пожарной безопасности работников организаций» [12] и др.

Основным ведомственным документом, регламентирующим обеспечение пожарной безопасности, является приказ Министерства сельского хозяйства РФ от 02.09.2011г. № 279 «О мерах по обеспечению пожарной безопасности в структурных подразделениях Минсельхоза России» [13].

Согласно вышеперечисленным документам на предприятиях разрабатываются локальные нормативно-правовые документы, регламентирующие пожарную безопасность – приказы и инструкции о мерах пожарной безопасности. Данные документы утверждаются руководителем, заверяются печатью и являются юридическими документами для данного предприятия. На предприятии разработаны следующие локальные документы по пожарной безопасности:

- инструкция о порядке действий дежурного персонала при поступлении сигнала о пожаре и неисправности системы противопожарной защиты;
- инструкция о действиях персонала по эвакуации людей при пожаре;
- программы вводного, первичного, повторного противопожарного инструктажа;
- указания по организации пожарных тренировок;
- журналы проверки работоспособности пожарных насосов, регистрации работ по техническому обслуживанию и ремонту систем противопожарной защиты, учета инструктажей о мерах пожарной безопасности, выдачи нарядов-



допусков на выполнение огневых работ, наличия, периодических осмотров и сроков перезарядки огнетушителей, проведения тренировок по эвакуации и др.

Нарушение требований пожарной безопасности, если они не имели серьезных последствий, карается по 1 ст. 20.4 КоАП РФ (штраф, административное приостановление деятельности пекарни) [14]. Если последствия связаны с людскими и значительными материальными потерями, предусматривается уголовная ответственность согласно Уголовного кодекса Российской Федерации [15]. Так, например, нарушение требований пожарной безопасности, совершенное лицом, на котором лежала обязанность по их соблюдению, если это повлекло по неосторожности причинение тяжкого вреда здоровью человека, наказывается штрафом в размере до восьмидесяти тысяч рублей или в размере заработной платы или иного дохода осужденного за период до шести месяцев, либо ограничением свободы на срок до трех лет, либо принудительными работами на срок до трех лет с лишением права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью на срок до трех лет или без такового, либо лишением свободы на срок до трех лет с лишением права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью на срок до трех лет или без такового.

Проанализировав нормативную документацию по пожарной безопасности, можно сформулировать основные общие требования пожарной безопасности, предъявляемые к хлебопекарным предприятиям:

- оборудование установками АУПС, СОУЭ и первичными средствами пожаротушения;
- помещения пекарни разных классов пожарной опасности разделяются перегородками соответствующей огнестойкости;
- не разрешается использовать горючие материалы для покрытия стен и пола на пути эвакуации и в цеховой зоне;
- двери производственных зон маркируются знаками, обозначающими их взрыво- и пожароопасность.

## 1.2 Выбор системы противопожарной защиты

### 1.2.1 Общие принципы выбора системы противопожарной защиты

Система противопожарной защиты обеспечивается одним или несколькими из следующих способов [4]:

- 1) применение объемно-планировочных решений и средств, обеспечивающих ограничение распространения пожара за пределы очага;
- 2) устройство эвакуационных путей, удовлетворяющих требованиям безопасной эвакуации людей при пожаре;
- 3) устройство систем обнаружения пожара (установок и систем пожарной сигнализации), оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре;
- 4) применение систем коллективной защиты (в том числе противодымной) и средств индивидуальной защиты людей от воздействия опасных факторов пожара;
- 5) применение основных строительных конструкций с пределами огнестойкости и классами пожарной опасности, соответствующими требуемым степени огнестойкости и классу конструктивной пожарной опасности зданий и сооружений, а также с ограничением пожарной опасности поверхностных слоев (отделок, облицовок и средств огнезащиты) строительных конструкций на путях эвакуации;
- 6) применение огнезащитных составов (в том числе антипиренов и огнезащитных красок) и строительных материалов (облицовок) для повышения пределов огнестойкости строительных конструкций;
- 7) устройство аварийного слива пожароопасных жидкостей и аварийного стравливания горючих газов из аппаратуры;
- 8) устройство на технологическом оборудовании систем противовзрывной защиты;
- 9) применение первичных средств пожаротушения;

10) применение автоматических и (или) автономных установок пожаротушения;

11) организация деятельности подразделений пожарной охраны.

В соответствии с СП 4.13130.2013 «Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям» [8] противопожарные расстояния между зданиями, сооружениями и строениями промышленных организаций устанавливаются в зависимости от степени огнестойкости и класса их конструктивной пожарной опасности. При этом учитываются также другие характеристики зданий, сооружений и территорий, отраженные в СП 4.13130.2013 (к примеру, наличие или отсутствие окон, вид кровли (горючая или негорючая), наличие систем автоматического пожаротушения, географические особенности территории и т.п.). Согласно этому документу для одноэтажного здания пекарни противопожарные расстояния составляют 12 м.

Федеральным законом от 22 июля 2008 года N 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [4] и СП 4.13130.2013 [8] не регламентированы требования к противопожарным разрывам от здания пекарни, если она представляет собой производственное здание категории В1–В4 по пожарной опасности) до фундаментов опор воздушных линий электропередач. В соответствии с Правилами противопожарного режима в Российской [7] запрещается прокладка и эксплуатация воздушных линий электропередачи (в том числе временных) над горючими кровлями зданий.

Федеральным законом N 123-ФЗ [4], СП 2.13130.2020 «Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты» [16], СП 4.13130.2013 [8] не предъявляются требования к уклону местности при размещении здания пекарни (производственное здание категории В1–В4 по пожарной опасности).

Производственные помещения категории В2 по пожарной опасности площадью до 200 м<sup>2</sup>, расположенные в одноэтажном производственном здании, оборудуются системой автоматической пожарной сигнализации согласно СП

484.1311500.2020 [17]. Производственное здание категории В1–В4 по пожарной опасности оборудуется системой оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре первого типа согласно СП 3.13130.2009 [18]. Производственное одноэтажное здание категории В1–В4 по пожарной опасности оборудуется при объеме здания от 0,5 тыс. м<sup>3</sup> внутренним противопожарным водопроводом (число пожарных стволов – два по 2,5 л/с) согласно СП 10.13130.2020 «Системы противопожарной защиты. Внутренний противопожарный водопровод. Требования пожарной безопасности» [19].

В соответствии с Правилами противопожарного режима в РФ [7] производственное одноэтажное здание категории В1–В4 общей площадью до 200 м<sup>2</sup> обеспечивается одним пожарным щитом типа ЩП-А, В, Е в соответствии с возможными типами пожаров. В комплектацию ЩП-А входят два воздушно-пенных и один порошковый (либо два ОП-5) огнетушителя, пожарный лом, пожарный багор, два конусных ведра, штыковая и совковая лопаты, бак с водой (объем 0,2 м<sup>3</sup>) [20]. Внешний вид пожарного щита ЩП-А изображен на рисунке 1.



Рисунок 1 – Внешний вид пожарного щита ЩП-А

Проектирование систем противопожарной защиты проводится согласно СП 484.1311500.2020 «Системы пожарной сигнализации и автоматизация систем противопожарной защиты» [21]. В соответствии с этим документом система пожарной сигнализации выполняет следующие основные задачи:

- своевременное обнаружение пожара;
- достоверное обнаружение пожара;
- сбор, обработка и представление информации дежурному персоналу;
- взаимодействие с другими системами противопожарной защиты и инженерными системами объекта.

Своевременность обнаружения должна обеспечиваться выбором типа и класса пожарных извещателей, а также их размещением в соответствии с требованиями [21]. Достоверность обнаружения должна достигаться выбором типов пожарных извещателей, алгоритма принятия решения о пожаре, защитой от ложных срабатываний.

Необходимость оборудования зданий и помещений автоматическими установками пожаротушения (АУПТ) регламентируется СП 486.1311500.2020 «Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите автоматическими установками пожаротушения и системами пожарной сигнализации. Нормы и правила проектирования» [22].

АУПТ подразделяются:

- по конструктивному исполнению – на спринклерные, дренчерные, агрегатные и модульные;
  - по виду огнетушащего вещества – на водяные, пенные, газовые, порошковые, аэрозольные и комбинированные;
  - по характеру воздействия на очаг пожара – тушение по площади, локальное тушение по площади, общеобъёмное тушение, локально-объёмное тушение, комбинированное тушение;
  - по способу пуска – с механическим пуском, пневматическим, гидравлическим, электрическим, термическим и комбинированным пуском.
- Автоматические установки водяного и пенного пожаротушения подразделяются на спринклерные и дренчерные системы.

Автоматические установки пожаротушения должны обеспечивать:

- срабатывание на протяжении меньшем времени, чем время начальной стадии развития пожара по ГОСТ 12.1.004-91 [2];

- локализацию пожара в течение времени, необходимого для введения в действие оперативных сил и средств, или его ликвидации;

- расчетную интенсивность подачи или необходимую концентрацию огнетушащего вещества;

- необходимую надежность функционирования.

Количество и тип АУПТ, вид огнетушащего вещества и способ тушения зависят от назначения, объемно-планировочных, конструктивных и технологических особенностей защищаемых помещений и зданий, с учетом экономической целесообразности их применения, в соответствии с ГОСТ 12.1.004.91 [2] и СП 484.1311500.2020 [21].

Выбор системы оповещения о пожаре и управления эвакуацией людей (СОУЭ) основан на СП 3.13130.2009 «Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре» [18]. Сравнительная характеристика типов СОУЭ приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнительная характеристика типов СОУЭ

Тип СОУЭ	Наличие указанных характеристик у различных типов СОУЭ				
	1	2	3	4	5
Способы оповещения:					
а) звуковой (сирена, текстовый сигнал)	+	+	*	*	*
б) речевой (текстовый сигнал)	-	-	+	+	+
в) световой					
- световые мигающие оповещатели	*	*	*	*	*
- световые оповещатели «Выход»	*	+	+	+	+
- знаки направления движения	-	*	*	+	*
- знаки направления движения с изменяющимся смысловым значением	-	-	-	*	+
Разделение здания на зоны пожарного оповещения	-	-	*	+	+
Обратная связь зон пожарного оповещения с помещением пожарного поста-диспетчерской	-	-	*	+	+
Возможность реализации нескольких вариантов эвакуации	-	-	-	*	+

Примечание: «+» - требуется; «\*» - допускается; «-» - не требуется.

Оповещение людей о пожаре выполняется согласно выбранному типу СОУЭ. Выбор типа системы оповещения определяется назначением здания

(помещения) и нормативным показателем (площади помещения, этажности здания, количества людей, количества мест и др.).

### 1.2.2 Сравнительный анализ систем противопожарной защиты различных производителей

Возросшее стремление предприятий и организаций к обеспечению безопасности в XXI веке положительно повлияло на рынок систем противопожарной защиты: выросло число предложений и покупателей, снизилась их цена. Российский рынок характеризуется достаточно высокой конкуренцией и насчитывает несколько сотен отечественных и иностранных производителей. В таблице 2 приведены данные анализа их рейтинга по оценке журнала «Экспертология» [23]. Рейтинг основан на мнениях экспертов и данных опросов покупателей. Критериями оценки были функциональность, надёжность и эффективность продукции, практический опыт производителя, его клиентоориентированность и др.).

Таблица 2 – Рейтинг производителей систем пожаротушения

Место	Производитель	Рейтинг	Стоимость, руб	
			Адресные ПИ	Неадресные ПИ
1	SIMPLEX (США)	5,0	от 1299 до 3993	от 539 до 2500
2	ESMI	4,9	от 821 до 4500	от 559 до 1986
3	SIEMENS	4,8	от 1556 до 65040	от 1296 до 16008
4	SATEL	4,7	от 190 до 1896	от 330 до 1895
5	Эрвист	4,7	от 180 до 2000	от 300 до 3500
6	Сибирский арсенал	4,6	от 229 до 2695	от 315 до 1998
7	SYSTEM SENSOR	4,5	от 190 до 2653	от 757 до 2258
8	Рубеж	4,4	от 285 до 2525	от 226 до 1986
9	BOLID	4,3	от 548 до 2245	от 335 до 2245
10	Спектрон НПО	4,2	от 141 до 5896	от 215 до 2247

Анализ данных позволяет выделить продукцию ГК «ЭРВИСТ» (г. Москва) по совокупности критериев. Проектно-монтажным подразделением компании накоплен богатый практический опыт оснащения предприятий хлебопекарной промышленности, складов муки и др.

### 1.3 Выводы по главе 1

В данной главе была рассмотрена нормативно-техническая документация по обеспечению пожарной безопасности хлебопекарных предприятий на всех уровнях – от федерального до локального. Проанализированная нормативная документация позволила сформулировать основные общие требования пожарной безопасности, предъявляемые к хлебопекарным предприятиям.

Приведён состав системы противопожарной защиты, обоснованы общие принципы выбора системы противопожарной защиты. Выделены современные тенденции на рынке систем противопожарной защиты, проведен сравнительный анализ систем противопожарной защиты различных производителей. На основе анализа выделена ГК ЭРВИСТ, продукция которой будет использована в проектном решении.



## 2 Объект и методы исследования

### 2.1 Характеристика хлебопекарного цеха ООО «Болотноехлебопродукт»

Объектом исследования является хлебопекарный цех ООО «Болотноехлебопродукт», являющегося одним из предприятий Новосибирской продовольственной корпорации «Зернотрейдинг». Предприятие расположено по адресу: 633340, Новосибирская область, Болотнинский район, город Болотное, улица Забабонова, 64а. На рисунке 2 представлен общий вид хлебопекарного цеха. Предприятие введено в эксплуатацию в 1995 г., с тех пор проводились только регламентные ремонтно-профилактические работы, модернизация оборудования не осуществлялась.

Рисунок 2 – Общий вид хлебопекарного цеха «Болотноехлебопродукт»

Хлебопекарный цех представляет собой отдельно стоящее здание на территории предприятия общей площадью 73,8 м<sup>2</sup>. Цех включает в себя:

- помещение для хранения сырья – 4,8 м<sup>2</sup>;
- помещение для хранения муки – 7 м<sup>2</sup>;
- производственное помещение – 47,5 м<sup>2</sup>;
- склад готовой продукции – 14,5 м<sup>2</sup>.

Помещение одноэтажное, кирпичное, перекрытия – железобетонные плиты, полы – бетонные, в производственном помещении покрытые линолеумом. Класс функциональной пожарной опасности – Ф 5.3, степень огнестойкости – 2, класс конструктивной пожарной опасности – С0. Численность работающих 13 человек, наибольшая рабочая смена – 4 человека.

Согласно ВНТП 02-92 [9] помещения цеха разнесены по категориям взрывопожарной и пожарной опасности, определены классы взрывоопасных и пожароопасных зон. Характеристика помещений представлена в таблице 3.

Таблица 3 – Категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности для пекарен

Наименование помещения	Характеристика среды	Категория помещения	Класс пожаровзрывоопасности по ПУЭ [24]
Помещение для хранения сырья	Нормальная	В	П–II
Помещение для хранения муки	Пыльная	Б	П–II
Производственное помещение	Нормальная	В	П–II
Склад готовой продукции	Нормальная	В	П–II

Высота помещений 3,0 м, стены в производственном помещении из гипсокартона, окрашены силикатной краской. Помещения для хранения сырья и муки, а также склад готовой продукции окрашены вододисперсионной краской. Данная обработка помещений не полностью соответствует требованиям ВНТП 02-92 [9].

В пекарном цехе используется следующее оборудование – машина для просеивания муки, машина тестомесильная «Прима 160н» и «Прима 300», печь с вращающейся тележкой ПБТ-1Д, шкаф расстоечный ШР-31, автомат экструзионно-формовочный RHEON CORNUCOPIA.

Санитарная обработка производственных цехов посредством специальных дезинфицирующих растворов, а также санитарная обработка оборудования и тары для изготовления и хранения готовой продукции производится согласно СП 2.1.3678-20 [25].

Вентиляция приточно-вытяжная. Охранная сигнализация адресная с выводом сигнала на пульт центрального наблюдения МБУ «ЕДС Болотнинского района Новосибирской области».

## 2.2 Анализ действующей системы пожарной безопасности хлебопекарного цеха ООО «Болотноехлебопродукт»

Система предотвращения пожара производственного здания обеспечивается применением пожаробезопасных строительных материалов и оборудования, которые имеют сертификаты соответствия пожарной безопасности, а также привлечением организаций, имеющих соответствующие лицензии, для осуществления, монтажа, наладки, эксплуатации и технического обслуживания данного оборудования. Система противопожарной защиты обеспечивается комплексом конструктивно-планировочных решений, а также применением средств противопожарной защиты [4]. Помещение оборудовано автоматической установкой пожарной сигнализации согласно [22]. Оборудование установки имеет сертификаты пожарной безопасности. В помещениях производственного здания установлены извещатели пожарные дымовые, пожарные ручные, пожарные тепловые. Электропитание установки по I категории надежности электроснабжения. Резервное питание установки предусмотрено от неотключаемых источников бесперебойного питания «Скат-1200Д исп.02» с боксами для дополнительных аккумуляторов, обеспечивающей работу установки не менее 24 ч в дежурном режиме и не менее 3 ч в режиме «Пожар».

В складских и подсобных помещениях установлены дымовые пожарные извещатели ИП-212-45, в производственном помещении тепловые извещатели – ИП-101-3A0A3R1, на путях эвакуации установлены ручные пожарные извещатели ИПР-ЗСУ. Внешнее строение перечисленных пожарных извещателей представлено на рисунке 3.



а



б



в

Рисунок 3 – Извещатели, используемые на объекте исследования:

а – дымовой пожарный извещатель ИП-212-45; б – тепловой пожарный извещатель ИП-101-3А0А3R1; в – ручной пожарный извещатели ИПР-ЗСУ

Приём сигнала о возникновении пожара производится прибором приемно-контрольным охранно-пожарным «Сигнал-20П-SMD», предназначенным для контроля различных типов пожарных извещателей.

В соответствии с требованиями [18] производственное здание оборудовано системой оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Оповещение осуществляется: подачей звуковых сигналов в помещения здания; размещением эвакуационных знаков безопасности на путях эвакуации; включением эвакуационного освещения и световых указателей «Выход».

СОУЭ включается от командного импульса, формируемого автоматической установкой пожарной сигнализации. В помещениях установлены звуковые оповещатели «Маяк-12-3М». Светозвуковые указатели «Молния-12-3» («Выход») располагаются на путях эвакуации над дверями. На рисунке 4 представлен общий вид перечисленного оборудования. Звуковые сигналы СОУЭ обеспечивают нормативный уровень звука 75дБА согласно СП 3.13130.2009 [18], что подтверждено испытаниями, проводимыми ООО «Инвест», по графику дважды в год. Настенные звуковые оповещатели закреплены на высоте 2,3 м от уровня пола при расстоянии от потолка до оповещателя 700 мм. Количество звуковых и речевых пожарных оповещателей, их расстановка и мощность обеспечивают требуемый уровень звука во всех помещениях. Управление СОУЭ осуществляется из помещения с постоянным пребыванием дежурного персонала.



а



б



в

Рисунок 4 – Оборудование СОУЭ на объекте исследования:

а – прибор приемно-контрольный охранно-пожарный Сигнал-20П-СМД; б – оповещатель охранно-пожарный Маяк-12-3М; в – оповещатель охранно-пожарный комбинированный светозвуковой

Наружное противопожарное водоснабжение выполнено от пожарных гидрантов, согласно СП 8.13130.2020 [26] расход воды на наружное пожаротушение принят 20 л/с. Внутреннее противопожарное водоснабжение выполнено согласно СП 10.13130.2020 [19] от пожарных кранов с расходом две струи по 5,2 л/с. Пожарные краны диаметром 65 мм установлены в пожарные шкафы, размещённые на высоте 1,35 м, и снабжены пожарными рукавами длиной 20 м и стволами.

### 2.3 Выводы по главе 2

В главе 2 дана характеристика объекта исследования. Проанализирована имеющаяся система противопожарной защиты, организация АУПС и СОУЭ, рассмотрены способы организации наружного и внутреннего противопожарного водоснабжения. Установлено, что в целом организацию системы пожарной безопасности на исследуемом объекте следует признать удовлетворительной, однако требуется модернизация, связанная с необходимостью замены оборудования АУПС и СОУЭ на более современное, надёжное и эффективное, а также интегрировать их с системой охранной сигнализацией.

### 3 Расчёты и аналитика

#### 3.1 Расчет категории хлебопекарного цеха

По взрывопожарной и пожарной опасности помещения подразделяются на категории А, Б, В1–В4, Г и Д, а здания – на категории А, Б, В, Г и Д. Категории помещений и зданий определяются, исходя из вида находящихся в помещениях горючих веществ и материалов, их количества и пожароопасных свойств, а также, исходя из объемно-планировочных решений помещений и характеристик проводимых в них технологических процессов, т.е по условиям, приведенным в ФЗ-123 [4], применяя формулы, изложенные в СП 12.13130.2009 [27], либо НПБ 105–03 [28].

Определение пожароопасных свойств веществ и материалов производится на основании результатов испытаний или расчетов по стандартным методикам, изложенным в ГОСТ 12.1.044-89 [29]. Допускается использование официально опубликованных справочных данных, для смесей веществ и материалов показатели пожарной опасности берут по наиболее опасному компоненту.

Категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности принимаются в соответствии с таблицей 4. Категории зданий по взрывопожарной и пожарной опасности определяются, исходя из доли и суммированной площади помещений той или иной категории опасности в этом здании.

При расчете взрывопожарной опасности следует выбирать наиболее неблагоприятный вариант аварии или период нормальной работы аппаратов, при котором в образовании горючих пылевоздушных смесей участвует наибольшее количество пылей, наиболее опасных в отношении последствий сгорания этих смесей. Количество пыли, которое может образовать пылевоздушную смесь, определяется из следующих предпосылок:

- расчетной аварии предшествовало пыленакопление в производственном помещении, происходящее в условиях нормального режима работы (например, вследствие пылевыведения из негерметичного производственного оборудования);

- в момент расчетной аварии произошла плановая (ремонтные работы) или внезапная разгерметизация одного из технологических аппаратов, за которой последовал аварийный выброс в помещение всей находившейся в аппарате пыли.

Таблица 4 – Категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности

Категория помещения	Характеристика веществ и материалов, находящихся (обращающихся) в помещении
А	Горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28 °С, которые могут образовывать взрывоопасные парогазовоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа, и (или) вещества и материалы, способные взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом, для которых расчетное избыточное давление взрыва превышает 5 кПа
Б	Горючие пыли или волокна, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки более 28 °С, горючие жидкости, которые могут образовывать взрывоопасные пылевоздушные или паровоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва более 5 кПа
В1 – В4	Горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, при условии, что помещения, в которых они находятся (обращаются), не относятся к категории А или Б
Г	Негорючие вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и пламени, и (или) горючие газы, жидкости и твердые вещества, которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива
Д	Негорючие вещества и материалы в холодном состоянии

Расчет избыточного давления взрыва для горючих пылей производим согласно «Пособию по применению СП 12.13130.2009 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной

опасности» для помещения в целом, т.к. склад для хранения муки отделен от других помещений гипсокартонными перегородками [30]. Свободный объем помещения определяется как разность между объемом помещения и объемом, занимаемым технологическим оборудованием. Если свободный объем помещения определить невозможно, то его допускается принимать условно, равным 80% геометрического объема помещения.

В складском помещении хлебопекарного цеха ООО «Болотноехлебопродукт» хранение муки производится в мешках по 50 кг. Свободный объем помещения  $V_{\text{св}} = 59 \text{ м}^3$ . Ежедневная пылеуборка в помещении позволяет пренебречь пылеотложениями на полу, стенах и других поверхностях ( $m_{\text{вз}} = 0 \text{ кг}$ ). Размещение мешков производится вручную складскими работниками. Максимальная высота подъема мешка не превышает 2 м.

Единственным взрывопожароопасным веществом в помещении является мука: мелкодисперсный продукт (размер частиц менее 100 мкм). Теплота сгорания муки  $H_{\text{т}} = 1,8 \cdot 10^7 \text{ Дж} \cdot \text{кг}^{-1}$ . Критический размер частиц взрывоопасной взвеси мучной пыли  $d^* = 250 \text{ мкм}$ . Стехиометрическую концентрацию мучной пыли  $\rho_{\text{ст}}$  в воздухе при нормальных условиях (атмосферное давление 101,3 кПа, температура 20 °C), принимаем равной  $\rho_{\text{ст}} = 0,25 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$ .

Поскольку в помещении не обращаются горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28 °C, а также вещества и материалы, способные взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом, данное помещение не относится к категории А.

В соответствии с п. 5.2 [27] следует рассмотреть возможность отнесения данного помещения к категории Б. Поскольку в нем обращаются только горючие пыли, для проверки возможности отнесения данного помещения к категории Б следует рассмотреть аварию, сопровождающуюся образованием облака горючей пыли, и произвести расчет избыточного давления взрыва.



Аварийная ситуация с образованием пылевоздушного облака может быть связана с разрывом тары (одного из мешков с мукой), в результате которого его содержимое ( $m_{ав} = 50$  кг), поступая в помещение с максимально возможной высоты ( $H = 2$  м), образует взрывоопасную взвесь. С определенным запасом надежности примем объем образующегося при этом пылевоздушного облака равным объему конуса, имеющего высоту  $H$  и радиус основания также равный  $H$ . В этом случае объем аварийного облака рассчитывается по формуле:

$$V_{ав} = \frac{1}{3} \cdot H \cdot \pi \cdot H^2. \quad (1)$$

$$V_{ав} = \frac{1}{3} \cdot 2 \cdot 3,14 \cdot 2^2 = 8,4 \text{ м}^3.$$

Коэффициент участия пыли во взрыве  $Z$  рассчитывается по формуле:

$$Z = 0,5 \cdot F, \quad (2)$$

где  $F$  – массовая доля частиц пыли размером менее критического, с превышением которого взрывзвесь становится неспособной распространять пламя. В отсутствие возможности получения сведений для оценки величины  $F$  допускается принимать  $F = 1$ .

$$Z = 0,5 \cdot 1 = 0,5.$$

Расчетную массу взвешенной в объеме помещения пыли  $m$  (кг), образовавшейся в результате аварийной ситуации, определяют по формуле (3), выбирая минимальное значение из:

$$m = \min (m_{вз} + m_{ав}; \rho_{ст} \cdot \frac{V_{ав}}{Z}) \quad (3)$$

где  $m_{вз}$  – расчетная масса взвихрившейся пыли, кг;

$m_{ав}$  – расчетная масса пыли, поступившей в помещение в результате аварийной ситуации, кг;

$\rho_{ст}$  – стехиометрическая концентрация горючей пыли в взрывзвеси, кг/м<sup>3</sup>;

$V_{вз}$  – расчетный объем пылевоздушного облака, образованного при аварийной ситуации в объеме помещения, м<sup>3</sup>.

Поскольку:

$$m_{вз} + m_{ав} = 0 + 50 = 50 \text{ кг},$$

$$\rho_{cm} \cdot \frac{V_{ав}}{Z} = 0,25 \cdot \frac{8,4}{0,5} = 4,2 \text{ кг},$$

то следует принять  $m = 4,2 \text{ кг}$ .

Определение избыточного давления взрыва  $\Delta P$  производится по формуле:

$$\Delta P = \frac{m \cdot H_T \cdot P_0 \cdot Z}{V_{св} \cdot \rho_v \cdot C_p \cdot T_0 \cdot K_n}, \quad (4)$$

где  $H_m$  – теплота сгорания муки ( $1,8 \cdot 10^7 \text{ Дж} \cdot \text{кг}^{-1}$ );

$P_0$  – атмосферное давление (101,3 кПа);

$T_0$  – температура в помещении (300 К);

$\rho_v$  – плотность воздуха при начальной температуре  $T_0$ ,  $\text{кг}/\text{м}^3$  ( $1,2 \text{ кг}/\text{м}^3$ );

$C_p$  – теплоемкость воздуха,  $\text{Дж}/\text{кг} \cdot \text{К}$ . Допускается принимать равной  $1,01 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$ ;

$K_n$  – коэффициент, учитывающий негерметичность помещения и неадиабатичность процесса горения. Допускается принимать  $K_n$  равным 3.

$$\Delta P = \frac{4,2 \cdot 1,8 \cdot 10^7 \cdot 101,3 \cdot 0,5}{59 \cdot 1,2 \cdot 1010 \cdot 300 \cdot 3} = 59,5 \text{ кПа}.$$

В данном помещении находятся (обращаются) горючие пыли в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасную пылевоздушную смесь, при воспламенении которой развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа, следовательно, помещение относится к категории Б (взрывопожароопасная).

### 3.2 Расчёт времени эвакуации при пожаре из здания хлебопекарного цеха

Эвакуация – организованный процесс движения людей наружу из здания или помещения, в котором имеется возможность воздействия на людей опасных факторов пожара, непосредственно в безопасную зону. Путь эвакуации – последовательность коммуникационных участков, ведущих от мест пребывания людей в безопасную зону. Такой путь должен быть защищен

требуемым нормами комплексом объемно-планировочных, эргономических, конструктивных и инженерно-технических решений, а также организационных мероприятий. Эвакуационный выход – выход на путь эвакуации, ведущий в безопасную при пожаре зону и отвечающий требованиям безопасности.

Расчет времени эвакуации производится согласно «Методике определения расчётных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности», утверждённой Приказом МЧС России от 30.06.2009 N 382 [31]. Время эвакуации определяется по времени выхода из него последнего человека, при этом люди не подвергаются воздействию негативных факторов, оказывающих вредное влияние на их здоровье. Для расчёта времени эвакуации используют схему эвакуационных путей, разделяя их на эвакуационные участки длиной  $a$  и шириной  $b$  (Приложение А).

Время начала эвакуации согласно Приложению 5 методики [31]

$$t_{нэ} = 5 \cdot 0,01 \cdot S,$$

где  $S$  – площадь помещения,  $m^2$ .

$$t_{нэ} = 5 + 0,01 \cdot 74 = 5,74 \text{ с},$$

что меньше, чем указано в таблице П.5.1. Расчетное время эвакуации людей следует определять, как сумму времени движения людского потока по отдельным участкам пути. по формуле:

$$t_p = t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_n, \quad (5)$$

где  $t_1$  – время движения людского потока на первом (начальном) участке, мин;

$t_2, t_3, \dots, t_n$  – время движения людского потока на каждом из следующих после первого участка пути, мин.

Выберем расчётную точку в центре помещения. Время движения людского потока по первому участку пути  $t_1$  определяется по формуле:

$$t_1 = \frac{l_1}{v_1}, \quad (6)$$

где  $l_1$  – длина первого участка пути, м;

$v_1$  – скорость движения людского потока по горизонтальному пути на первом участке, м/мин (определяется по таблице П.2.1 в зависимости от плотности потока  $D$ ).

Плотность однородного людского потока на первом участке пути  $D_1$  определяется по формуле:

$$D_1 = \frac{N_1 \cdot f}{l_1 \cdot b_1}, \quad (7)$$

где  $N_n$  – число людей на участке пути, чел;

$f$  – площадь горизонтальной проекции человека,  $m^2$ , принимаемая равной 0,125 согласно П.5.3 (взрослый человек в зимней одежде);

$b_1$  – ширина участка пути, м.

Выберем один участок с началом в геометрическом центре помещения на равном расстоянии от эвакуационных выходов. Участок с числом работников наибольшей рабочей смены 4 чел. имеет площадь 74  $m^2$ , следовательно:

$$D_1 = \frac{8 \cdot 0,125}{74} = 0,01 m^2 / m^2.$$

По таблице П.2.1 скорость движения составляет 100 м/мин, интенсивность движения 1 м/мин, т.о. время движения по первому участку:

$$t_1 = \frac{6,25}{100} = 0,06 \text{ мин.}$$

Интенсивность движения в дверном проеме при плотности потока 0,9 и более, равная 8,5 м/мин, установлена для дверного проема шириной 1,6 м и более. Учитывая, что ширина дверных проёмов на пути следования составляет 2 м, движение через проем проходит беспрепятственно. Временем движения в проеме можно пренебречь.

Расчетное время эвакуации составляет

$$t_p = 0,06 \text{ мин.}$$

### 3.3 Расчет времени блокирования путей эвакуации опасными факторами пожара

Порядок проведения расчета определен в соответствии с методикой определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности [31]. Производится экспертный выбор сценария или сценариев пожара, при которых ожидаются наихудшие последствия для находящихся в здании людей. Для выбранных сценариев рассчитывается время достижения каждым из опасных факторов пожара предельно допустимого значения на путях эвакуации. Критическое время по каждому из опасных факторов пожара определяется как время достижения этим фактором предельно допустимого значения на путях эвакуации на высоте 1,7 м от пола. Предельно допустимые значения по каждому из опасных факторов пожара составляют:

- по повышенной температуре – 70 °С;
- по тепловому потоку – 1400 Вт/м<sup>2</sup> ;
- по потере видимости – 20 м;
- по пониженному содержанию кислорода – 0,226 кг/м<sup>3</sup>;
- по каждому из токсичных газообразных продуктов горения: CO<sub>2</sub> – 0,11 кг/м<sup>3</sup>; CO – 1,16·10<sup>-3</sup> кг/м<sup>3</sup>; HCl – 23·10<sup>-6</sup> кг/м<sup>3</sup>.

Для каждого помещения время блокирования  $t_{\text{бл}}$ :

$$t_{\text{бл}} = \min\{t_{\text{кр}}^{n.в.}, t_{\text{кр}}^T, t_{\text{кр}}^{m.з.}, t_{\text{кр}}^{O_2}, t_{\text{кр}}^{m.n}\} \quad (8)$$

где  $t_{\text{кр}}^{n.в.}$  – время достижения значения опасного фактора – потеря видимости;  
 $t_{\text{кр}}^T$  – время достижения опасного фактора – температура;  
 $t_{\text{кр}}^{m.n.}$  – время достижения опасного фактора – теплового потока;  
 $t_{\text{кр}}^{m.з.}$  – время достижения значения опасного фактора – токсичные продукты горения (CO<sub>2</sub>, CO, HCl);

$t_{\text{кр}}^{O_2}$  – время достижения значения опасного фактора – содержание кислорода.

Для одиночного помещения высотой не более 6 м при отсутствии систем противопожарной защиты, влияющих на развитие пожара, допускается определять критические времена по каждому из опасных факторов пожара с помощью аналитических соотношений:

- по повышенной температуре

$$t_{кр}^T = \left\{ \frac{B}{A} \cdot \ln \left[ 1 + \frac{70-t_0}{(273+t_0) \cdot Z} \right] \right\}^{1/n}; \quad (9)$$

- по потере видимости

$$t_{кр}^{n.в.} = \left\{ \frac{B}{A} \cdot \ln \left[ 1 - \frac{V \cdot \ln(1,05 \cdot \alpha \cdot E)}{l_{np} \cdot B \cdot D_m \cdot Z} \right]^{-1} \right\}^{1/n}; \quad (10)$$

- по пониженному содержанию кислорода

$$t_{кр}^{O_2} = \left\{ \frac{B}{A} \cdot \ln \left[ 1 - \frac{0,044}{\left( \frac{B \cdot L_{O_2}}{V} + 0,27 \right) \cdot Z} \right]^{-1} \right\}^{1/n}; \quad (11)$$

- по каждому из газообразных продуктов горения

$$t_{кр}^{m.г.} = \left\{ \frac{B}{A} \cdot \ln \left[ 1 - \frac{V \cdot X}{B \cdot L \cdot Z} \right]^{-1} \right\}^{1/n}; \quad (12)$$

где  $B = \frac{353 \cdot c_p \cdot V}{(1-\varphi) \cdot \eta \cdot Q_H}$  – размерный комплекс, зависящий от теплоты сгорания материала и свободного объема помещения, кг;

$\eta_a$  – коэффициент полноты горения в режиме пожара, регулируемым горючей нагрузкой  $\eta_a = 0,63 + 0,2 \cdot X_{ox,a} + 1500 \cdot X_{ox,a}^6$ ;

$X_{ox,a}$  – начальная концентрация кислорода в помещении очага пожара;

$t_0$  – начальная температура воздуха в помещении, °С;

$n$  – показатель степени, учитывающий изменение массы выгорающего материала во времени;

$A$  – размерный параметр, учитывающий удельную массовую скорость выгорания горючего материала и площадь пожара, кг/с<sup>n</sup>;

$Z$  – безразмерный параметр, учитывающий неравномерность распределения ОФП по высоте помещения;

$Q_H$  – низшая теплота сгорания материала, МДж/кг;

$C_p$  – удельная изобарная теплоемкость газа, МДж/кг;

$\phi$  – коэффициент теплопотерь (принимается по данным справочной литературы, при отсутствии данных может быть принят равным 0,3);

$\eta$  – коэффициент полноты горения (определяется по формуле 1.6);

$V$  – свободный объем помещения,  $\text{м}^3$ ;

$\alpha$  – коэффициент отражения предметов на путях эвакуации;

$E$  – начальная освещенность, лк;

$l_{\text{пр}}$  – предельная дальность видимости в дыму, м;

$D_m$  – дымообразующая способность горящего материала,  $\text{Нп} \cdot \text{м}^2/\text{кг}$ ;

$L$  – удельный выход токсичных газов при сгорании 1 кг материала,  $\text{кг}/\text{кг}$ ;

$X$  – предельно допустимое содержание токсичного газа в помещении,  $\text{кг} \cdot \text{м}^{-3}$  ( $X_{\text{CO}_2} = 0,11 \text{ кг}/\text{м}^3$ ;  $X_{\text{CO}} = 1,16 \cdot 10^{-3} \text{ кг}/\text{м}^3$ ;  $X_{\text{HCl}} = 23 \cdot 10^{-6} \text{ кг}/\text{м}^3$ );

$L_{\text{O}_2}$  – удельный расход кислорода,  $\text{кг}/\text{кг}$ .

Если под знаком логарифма получается отрицательное число, то данный ОФП не представляет опасности.

Параметр  $z$  вычисляют по формуле:

$$z = \frac{h}{H} \cdot \exp\left(1,4 \cdot \frac{h}{H}\right), \text{ при } H \leq 6 \text{ м}; \quad (13)$$

где  $h$  – высота рабочей зоны, м;

$H$  – высота помещения, м.

Определяется высота рабочей зоны по формуле

$$h = h_{\text{пл}} + 1,7 - 0,5 \cdot \delta; \quad (14)$$

где  $h_{\text{пл}}$  – высота площадки, на которой находятся люди, над полом, м;

$\delta$  – разность высот пола, равная нулю при горизонтальном его расположении, м.

Следует иметь в виду, что наибольшей опасности при пожаре подвергаются люди, находящиеся на более высокой отметке. Параметры  $A$  и  $n$  вычисляют по формулам:

- для случая горения жидкости с установившейся скоростью:

$$A = \psi_{\text{уд}} \cdot F, n = 1; \quad (15)$$

где  $\psi_{\text{уд}}$  – удельная массовая скорость выгорания жидкости,  $\text{кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$ ;

- для кругового распространения пожара:

$$A = 1,05 \cdot \psi_{y\partial} \cdot V^2, n = 3; \quad (16)$$

где  $V$  – линейная скорость распространения пламени, м/с;

- для вертикальной или горизонтальной поверхности горения в виде прямоугольника, одна из сторон которого увеличивается в двух направлениях (например, распространение огня в горизонтальном направлении по занавесу после охвата его пламенем по всей высоте):

$$A = \psi_{y\partial} \cdot V \cdot b, n = 3; \quad (17)$$

где  $b$  – перпендикулярный к направлению движения пламени размер зоны горения, м.

При отсутствии специальных требований значения  $a$  и  $E$  принимаются равными 0,3 и 50 лк соответственно, а значение  $l_{пр} = 20$  м.

Данные для расчета:

- ширина помещения = 6 м;
- длина помещения = 6,5 м;
- высота помещения = 3 м;
- высота площадки, на которой находятся люди, над полом помещения,

$h_{пл} = 0$  м;

- разность высот пола, равная нулю при горизонтальном его расположении,  $\delta = 0$  м.

- начальная температура воздуха в помещении  $t_0 = 20$  °С.

Помещение кирпичное, производственное здание, мебель, мебель+линолеум ПВХ (0,9+0,1). Данные справочной литературы [32, 33], не зависящие от типа помещения, представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Данные для расчета, не зависящие от типа помещения

Обозначение	Значение
$C_p$	0,001 МДж/кг
$n$	3
$\phi$	0,3
$X_{OX,a}$	0,21
$\alpha$	0,3



Окончание таблицы 5

E	50 лк
$l_{пр}$	20 м
$X_{CO_2}$	0,11 кг/м <sup>3</sup>
$X_{CO}$	$1,16 \cdot 10^{-3}$ кг/м <sup>3</sup>
$X_{HCl}$	$23 \cdot 10^{-6}$ кг/м <sup>3</sup>

Данные для расчета, зависящие от типа помещения, представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Данные для расчета, зависящие от типа помещения

Обозначение	Значение
$Q_n$ , МДж/кг	13,8
$\Psi_{уд}$ , кг/с·м <sup>2</sup>	0,0145
$V$ , м/с	0,0108
$D_m$ , Н <sub>п</sub> ·м <sup>2</sup> /кК	270,0
$L_{CO_2}$ , кг/кг	0,203
$L_{CO}$ , кг/кг -	0,0022
$L_{HCl}$ , кг/кг	0
$L_{O_2}$ , кг/кг	1,03

1. Рассчитываем высоту рабочей зоны:

$$h = h_{нл} + 1,7 - 0,5 \cdot \delta = 0 + 1,7 - 0,5 \cdot 0 = 1,7 \text{ м.}$$

2. Параметр z:

$$z = \frac{1,7}{3} \cdot \exp(1,4 \cdot \frac{1,7}{3}) = 1,252.$$

3. Параметр A:

$$A = 1,05 \cdot 0,0145 \cdot 0,0108^2 = 1,776 \cdot 10^{-6}.$$

4. Коэффициент полноты горения:

$$\eta_a = 0,63 + 0,2 \cdot 0,21 + 1500 \cdot 0,21^6 = 0,800.$$

5. Свободный объем помещения:

$$V_{св} = 0,8 \cdot V_{ном} = 59 \text{ м}^3;$$

6. Параметр B:

$$B = \frac{353 \cdot c_p \cdot V}{(1-\varphi) \cdot \eta \cdot Q_n} = \frac{353 \cdot 0,001 \cdot 48}{(1-0,3) \cdot 0,8 \cdot 13,8} = 1,7342;$$

7. Расчет критического времени по повышенной температуре (6):

$$t_{кр}^T = \left\{ \frac{1,7342}{1,776 \cdot 10^{-6}} \cdot \ln \left[ 1 + \frac{70-20}{(273+20) \cdot 1,252} \right] \right\}^{1/3} = \{976463,964 \cdot 0,1278\}^{1/3} =$$

$$= 10,81 \text{ с}$$

8. Расчет критического времени по потере видимости (7):

$$t_{кр}^{n.в.} = \left\{ \frac{1,7342}{1,776 \cdot 10^{-6}} \cdot \ln \left[ 1 - \frac{93,6 \cdot \ln(1,05 \cdot 0,3 \cdot 50)}{20 \cdot 1,7342 \cdot 270 \cdot 1,252} \right]^{-1} \right\}^{1/n} =$$

$$= \left\{ 976463,964 \cdot \ln \left[ 1 - \frac{258,0552}{11724,579} \right]^{-1} \right\}^{1/3} = \{976463,964 \cdot 0,019\}^{1/3} = 15,61 \text{ с}$$

9. Расчет критического времени по пониженному содержанию кислорода (8):

$$t_{кр}^{O_2} = \left\{ \frac{1,7342}{1,776 \cdot 10^{-6}} \cdot \ln \left[ 1 - \frac{0,044}{\left( \frac{1,7342 \cdot 1,03}{93,6} + 0,27 \right) \cdot 1,252} \right]^{-1} \right\}^{1/3} =$$

$$= \left\{ 976463,964 \cdot \ln \left[ 1 - \frac{0,044}{0,3619} \right]^{-1} \right\}^{1/3} = \{976463,964 \cdot 0,13\}^{1/3} = 24,32 \text{ с.}$$

10. Расчет критического времени по каждому из газообразных токсичных продуктов горения (9):

10.1 По  $CO_2$ :

$$t_{кр}^{m.с} = \left\{ \frac{1,7342}{1,776 \cdot 10^{-6}} \cdot \ln \left[ 1 - \frac{93,6 \cdot 0,11}{1,7342 \cdot 0,203 \cdot 1,252} \right]^{-1} \right\}^{1/3} =$$

$$= \left\{ 976463,964 \cdot \ln \left[ 1 - \frac{10,296}{0,441} \right]^{-1} \right\}^{1/3} = \{976463,964 \cdot \ln(-4,25)\}^{1/3}.$$

Под знаком логарифма отрицательное число, значит  $t_{кр}^{m.с}$  по  $CO_2$  не представляет опасности.

10.2 По  $CO$ :

$$t_{кр}^{m.с} = \left\{ \frac{1,7342}{1,776 \cdot 10^{-6}} \cdot \ln \left[ 1 - \frac{93,6 \cdot 1,16 \cdot 10^{-3}}{1,7342 \cdot 0,0022 \cdot 1,252} \right]^{-1} \right\}^{1/3} =$$

$$= \left\{ 976463,964 \cdot \ln \left[ 1 - \frac{0,109}{0,00478} \right]^{-1} \right\}^{1/3} = \{976463,964 \cdot \ln(-21,80)^{-1}\}^{1/3}.$$

Под знаком логарифма отрицательное число, значит  $t_{кр}^{m.с}$  по  $CO$  не представляет опасности.

10.3 По  $HCl$ :

$$t_{кр}^{m.с} = \left\{ \frac{1,7342}{1,776 \cdot 10^{-6}} \cdot \ln \left[ 1 - \frac{93,6 \cdot 23 \cdot 10^{-6}}{1,7342 \cdot 0 \cdot 1,252} \right]^{-1} \right\}^{1/3}.$$

Под знаком логарифма недопустимая операция – деление на ноль, значит  $t_{кр}^{m.с}$  по  $HCl$  не представляет опасности.

11. Определяем время блокирования  $t_{\text{бл}}$ :

$$t_{\text{бл}} = \min\{10,81; 15,61; 24,32\} = 10,81 \text{ с.}$$

Таким образом, минимальное время блокирования производственного помещения составляет 10,81 с.

### 3.4 Расчёт величины пожарного риска

В соответствии с методикой [31] величина индивидуального пожарного риска  $Q_{\text{с}}$  в здании рассчитывается по формуле (18):

$$Q_{\text{с}} = Q_{\text{н}} \cdot (1 - K_{\text{ан}}) \cdot P_{\text{пр}} \cdot (1 - P_{\text{э}}) \cdot (1 - K_{\text{п.з.}}) \quad (18)$$

где  $Q_{\text{н}}$  – частота возникновения пожара в здании в течение года;

$K_{\text{ан}}$  – коэффициент, учитывающий соответствие установок автоматического пожаротушения;

$P_{\text{пр}}$  – вероятность присутствия людей в здании;

$P_{\text{э}}$  – вероятность эвакуации людей;

$K_{\text{п.з.}}$  – коэффициент, учитывающий соответствие системы противопожарной защиты, направленной на обеспечение безопасной эвакуации людей при пожаре.

Исходные данные указаны в таблице 7.

Таблица 7 – Исходные данные

$Q_{\text{н}}$ , год <sup>-1</sup>	$K_{\text{ан}}$	$t_{\text{функц.}}$ , ч	$t_{\text{р}}$ , мин	$t_{\text{нэ}}$ , мин	$t_{\text{бл}}$ , мин	$t_{\text{ск}}$ , мин	$K_{\text{обн}}$	$K_{\text{совэ}}$	$K_{\text{пдз}}$
$4 \cdot 10^{-2}$	0	24	0,06	0,05	0,0167	0	0,8	0,8	0

Определяем вероятность присутствия людей в здании:

$$P_{\text{пр}} = t_{\text{функц.}} / 24 \quad (19)$$

$$P_{\text{пр}} = \frac{24}{24} = 1$$

Вычисляем вероятность эвакуации людей:

$$P_э = \begin{cases} 0,999 \cdot \frac{0,8 \cdot t_{\text{бл}} - t_p}{t_{\text{нэ}}}, & \text{если } t_p < 0,8 \cdot t_{\text{бл}} < t_p + t_{\text{нэ}} \text{ и } t_{\text{ск}} \leq 6 \text{ мин} \\ 0,999, & \text{если } t_p + t_{\text{нэ}} \leq 0,8 \cdot t_{\text{бл}} \text{ и } t_{\text{ск}} \leq 6 \text{ мин} \\ 0,000, & \text{если } t_p \geq 0,8 \cdot t_{\text{бл}} \text{ или } t_{\text{ск}} > 6 \text{ мин} \end{cases} \quad (20)$$

где  $t_{\text{функц.}}$  – время нахождения людей в здании, час.;

$t_p$  – расчетное время эвакуации людей, мин.;

$t_{\text{нэ}}$  – время начала эвакуации (интервал времени от возникновения пожара до начала эвакуации людей), мин.;

$t_{\text{бл}}$  – время блокирования путей эвакуации в результате распространения на них ОФП, имеющих предельно допустимые для людей значения, мин.;

$t_{\text{ск}}$  – время существования скоплений людей на участках пути.

Так как  $t_p < 0,8 \cdot t_{\text{бл}} < t_p + t_{\text{нэ}}$  и  $t_{\text{ск}} \leq 6$  мин, то  $P_э = \left| 0,999 \cdot \frac{0,8 \cdot 0,0167 - 0,06}{0,05} \right| = 0,93$

Рассчитываем коэффициент, учитывающий соответствие системы противопожарной защиты, направленной на обеспечение безопасной эвакуации людей при пожаре по формуле (21):

$$K_{\text{пз}} = 1 - (1 - K_{\text{обн}} \cdot K_{\text{соуэ}}) \cdot (1 - K_{\text{обн}} \cdot K_{\text{пзд}}) \quad (21)$$

где  $K_{\text{обн}}$  – коэффициент, учитывающий соответствие системы пожарной сигнализации;

$K_{\text{соуэ}}$  – коэффициент, учитывающий соответствие системы оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией людей;

$K_{\text{пзд}}$  – коэффициент, учитывающий соответствие системы противодымной защиты.

$$K_{\text{пз}} = 1 - (1 - 0,8 \cdot 0,8) \cdot (1 - 0,8 \cdot 0) = 0,93$$

Рассчитываем индивидуальный пожарный риск  $Q_в$  в здании по формуле (18):

$$Q_в = 0,04 \cdot (1 - 0) \cdot 1 \cdot (1 - 0,549) \cdot (1 - 0,93) = 0,000196 \text{ год}^{-1}$$

Полученное значение превышает нормативное значение индивидуального пожарного риска  $10^{-6}$  год<sup>-1</sup>. Исходя из результатов расчета индивидуального пожарного риска, необходимо повысить эффективность противопожарной защиты объекта.

### 3.5 Техническое задание на проектирование системы противопожарной защиты

#### 3.5.1 Общие требования, формулируемые в техническом задании

Техническое задание является важнейшим документом, от грамотного составления которого значительно зависит успешность проектирования установок пожаротушения и пожарной сигнализации, которое производится специализированными организациями, имеющими лицензию на проведение работ, в соответствии с действующей нормативной документацией. Общие требования должны быть согласованы заинтересованными сторонами: заказчиком, пользователем, собственником, исполнителем или подрядчиком. По результатам согласования должна быть составлена спецификация, содержащая перечень предполагаемых компонентов установки, указания по определению мест расположения и методов прокладки электропроводов (в пазах, трубах, каналах и т.п.), требования по электроизоляции, указания по обеспечению и подводу электропитания.

В главе 2 проведено обследование объекта для определения состава существующего оборудования АУПС, СОУЭ, подлежащего выводу из эксплуатации и демонтажу, а также уточнения требований заказчика. Техническое задание составим с учётом «Рекомендаций по разработке технических заданий на проектирование автоматических установок пожаротушения и пожарной сигнализации» [34], содержащих типовые требования.

Общие требования, которые должны соблюдаться при проектировании автоматических установок пожарной сигнализации (АУПС), установлены ГОСТ Р 50776-95 [35], СП 484.1311500.2020 [21]. Состав, структура построения и функции АУПС должны быть технически и экономически обоснованы. Проектируемые АУПС должны удовлетворять требованиям рациональности, целостности, комплектности, перспективности и динамичности. Рациональность выбираемого варианта АУПС достигается минимизацией затрат на реализацию при заданной эксплуатационной надежности. Целостность выбираемого варианта обеспечивают наилучшим сочетанием и взаимодействием его составных частей, имеющих ограниченные тактико-технические возможности и ресурс. Комплексность выбираемого варианта предполагает его сбалансированность с учетом общей целевой задачи при оснащении объекта, реальных (в т.ч. финансовых) возможностей пользователя. АУПС должны иметь защиту от ошибок пользователя при ручном управлении (выключении). Проверка работоспособности отдельных составных частей АУПС не должна нарушать нормальную работоспособность всей системы.

Выделим требования, предъявляемые к проектируемым системам:

- проектируемые системы АУПС, СОУЭ выполнить на базе оборудования ГК «ЭРВИСТ» (г. Москва);

- вдоль путей эвакуации предусмотреть установку ручных адресных беспроводных пожарных извещателей ИПР-Ех. Места расположения ручных извещателей должны обеспечивать свободный доступ к ним пользователей АУПС при возникновении опасной ситуации. Извещатели должны быть защищены от случайных или преднамеренных повреждений. Правила пользования извещателями изложить в специальных инструкциях;

- для защиты помещений использовать извещатели охранные точечные магнитоконтактные МК-Ех во взрывозащищенном исполнении. Извещатели должны обладать необходимыми для эффективной охраны чувствительностью, эксплуатационной надежностью и помехоустойчивостью. Размещение извещателей должно обеспечить надежную блокировку охраняемой зоны;

- в АУПС использовать извещатели пожарные дымовые оптико-электронные ИПД-Ех;

- автоматические извещатели установить на жестких, устойчивых к вибрациям и ударам конструкциях (основаниях, стойках, опорах и т.д.). При установке должна быть обеспечена защита извещателей от помех, доступа посторонних лиц, возможных изменений интерьеров (или окружающей обстановки) в охраняемых зонах так, чтобы исключить появление ложных сигналов тревоги. Автоматические извещатели должны обладать средствами регулировки чувствительности в местах установки только с помощью специального инструмента;

- предусмотреть применение прибора приемно-контрольного пожарно-охранного Яуза-4 Ех. Системой должен поддерживаться алгоритм автоматического выбора пути связи каждого устройства с центральным приемно-контрольным прибором. Связь между охраняемыми объектами и пунктом охраны следует осуществлять по специальным кабельным линиям. На линиях должен быть обеспечен постоянный контроль их технического состояния. Допускается применять периодический контроль с помощью специальных тестов;

- применяемые в АУПС технические средства должны иметь сертификаты, удостоверяющие их качество.

### 3.5.2 Основные технические решения, принятые в проекте

#### 3.5.2.1 Автоматическая установка пожарной сигнализации

Автоматическая установка пожарной сигнализации предназначена для обнаружения пожара и извещения о пожаре дежурного персонала, включения системы оповещения о пожаре, спроектирована на основе оборудования ГК «ЭРВИСТ» (г. Москва). Для ручного запуска пожарной сигнализации предусмотрена установка на путях эвакуации ручных пожарных извещателей

ИПР-Ех. Данный извещатель предназначен для обнаружения возгораний сопровождающихся дымом или повышением температуры окружающей среды, с последующей выдачей сообщения о тревоге. Извещатель относится к искробезопасному электрооборудованию с видом взрывозащиты «искробезопасная электрическая цепь» уровня «ia» по ТР ТС 012/2011 [36] и предназначен для ручного включения сигнала пожарной тревоги, с последующей выдачей извещения о тревоге на блок расширения шлейфов сигнализации «Ладога БРШС-Ех» (далее – БРШС-Ех). ИПР-Ех имеет маркировку взрывозащиты 0ЕхiaПВТ6 Х по ГОСТ 30852.10-2002 [37].

Электрические искробезопасные цепи ИПР-Ех имеют следующие допустимые параметры:

- максимальное входное напряжение ( $U_i$ ) – 30 В;
- максимальный входной ток ( $I_i$ ) – 65 мА;
- максимальная внутренняя емкость ( $C_i$ ) – 1000 пФ;
- максимальная внутренняя индуктивность ( $L_i$ ) – 0,01 мГн.

ИПР-Ех выдает извещение о пожаре путём скачкообразного уменьшения внутреннего сопротивления в прямой полярности. Ток, потребляемый ИПР-Ех в дежурном режиме – не более 100 мкА. Конструкция ИПР-Ех обеспечивает степень защиты IP41. Габаритные размеры ИПР-Ех – 110×95×50 мм. Масса ИПР-Ех – 250 г. ИПР-Ех сохраняет работоспособность при температуре окружающего воздуха от минус 30 до плюс 55 °С, относительной влажности воздуха 93 % при температуре плюс 40 °С, воздействии на него вибрации с ускорением 4,905 м/с<sup>2</sup> в диапазоне частот от 10 до 150 Гц, изменении постоянного напряжения питания в диапазоне от 8 до 30 В, воздействии на него прямого механического удара с энергией 1,9 Дж. Внешний вид извещателя изображен на рисунке 5. Средняя наработка на отказ ИПР-Ех – не менее 60 000 ч. Средний срок службы ИПР-Ех – не менее 10 лет. Комплект поставки ИПР-Ех приведен в таблице 8. Извещатель ИПР-Ех устанавливается на вертикальную поверхность, на высоте 1,4–1,6 м от уровня земли или пола.





Рисунок 5 – Ручной пожарный извещатель ИПР-Ех

Таблица 8 – Комплект поставки ИПР-Ех

Наименование	Количество
Извещатель пожарный ручной ИП535-27 «ИПР-Ех»	1
Экстрактор	1
Шуруп 3-4x30.016 ГОСТ 1144-80	2
Дюбель NAT 6x30 SORMAT	2
Устройство охранно-пожарной сигнализации «Ладога-Ех»	1

Провода пропустить в специальный канал в нижней части основания. Подключение проводов к клеммным соединениям производить в соответствии с рекомендуемой схемой подключения, приведенной на рисунке 6.

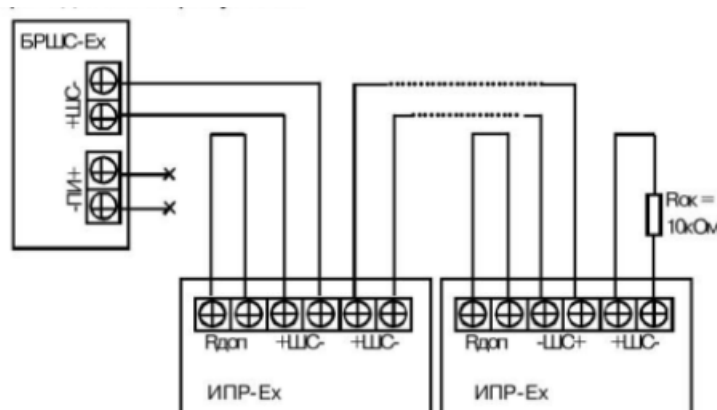


Рисунок 6 – Рекомендуемая схема подключения ИПР-Ех

Ток ИПР-Ех в состоянии «Пожар» ограничен внутренней схемой значением 10 мА, поэтому извещатель может быть подключен в шлейф пожарной сигнализации без токоограничивающего резистора. При необходимости установить меньший ток срабатывания, последовательно с

извещателем устанавливается токоограничивающий резистор. Для работы с БРШС-Ех рекомендуется работа без токоограничивающего резистора. Рекомендуется включать в один ШС БРШС-Ех не более 10 ИПР-Ех. Для проверки передачи извещения на БРШС-Ех производится сдача помещения или объекта под охрану в установленном порядке. Производится контроль, что на ИПР-Ех мигает 1 раз в 5 сек зеленый светодиод. Соединительные линии выполняются кабелем КПКЭВнг-FRLS 1×2×0,2.

Для обнаружения пожара в помещении применен извещатель пожарный дымовой взрывозащищенный ИПД-Ех. Технические характеристики приведены в таблице 9. Извещатель ИПД-Ех имеет пластиковый корпус. Основание имеет защелки для установки извещателя в розетку. Внутри корпуса установлена печатная плата и дымовая камера. На корпусе установлен световой индикатор режимов работы.

Таблица 9 – Технические характеристики пожарного дымового взрывозащищенного извещателя ИПД-Ех

Наименование параметра	Значение параметра
Чувствительность, дБ/м	от 0,5 до 0,2
Маркировка взрывозащиты	0ExiaIIBT6X
Степень защиты оболочки	IP30
Диапазон рабочих температур, °С	от минус 30 до плюс 55
Ток потребления, мкА	100
Тревожное извещение	Увеличение тока потребления

Внешний вид извещателя представлен на рисунке 7.



Рисунок 7 – Извещатель пожарный дымовой оптико-электронный ИПД-Ех

Пожарный извещатель ИПД-Ех подключается к шлейфу с помощью базового основания, в которое он вставляется. Основание закрепляется в горизонтальном положении в месте установки ИПД-Ех. Монтаж подводящих

проводов к клеммам контактов основания производится согласно схеме подключения приведенной на рисунке 8.

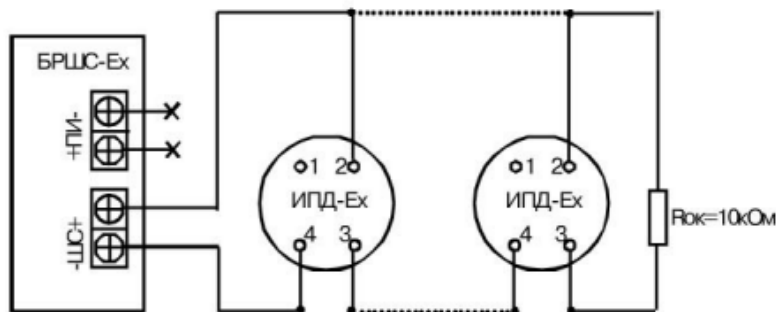


Рисунок 8 – Схема подключения пожарного извещателя ИПД-Ех

Ток ИПД-Ех при выдаче извещения о пожаре ограничен внутренней схемой значением 3,5 мА, поэтому ИПД-Ех может быть подключен в шлейф пожарной сигнализации без токоограничивающего резистора. При необходимости установить меньший ток срабатывания, последовательно с ИПД-Ех устанавливается токоограничивающий резистор.

Блок расширения шлейфов сигнализации БРШС-Ех обеспечивает прием тревожных извещений от установленных во взрывоопасных зонах извещателей и их питание. Внешний вид представлен на рисунке 9, а. Блок расширения шлейфов является искробезопасным барьером и устанавливается вне взрывоопасной зоны, передает информацию о состоянии искробезопасных шлейфов на ППКОП Яуза-4Ех.



а



б

Рисунок 9 – Внешний вид приборов:

а – блока расширения шлейфов сигнализации БРШС-Ех, б – ППКОП Яуза-4Ех

Технические характеристики представлены в таблице 10.

Таблица 10 – Технические характеристики блока расширения шлейфов сигнализации БРШС-Ех

Наименование параметра	Значение параметра
Количество искробезопасных ШС	8
Количество искробезопасных источников электропитания ПИ с максимальной нагрузочной способностью 100 мА	2
Маркировка взрывозащиты	[Ex ia Ga] IIC X
Диапазон рабочих напряжений электропитания, В	от 8 до 28
Максимальный ток потребления (при КЗ всех ШС и ПИ, напряжение питания 8 В), А	1,5
Максимальное выходное напряжение $U_o$ , В	14,5 (цепей ПИ), 16 (цепей ШС)
Максимальный выходной ток $I_o$ , мА	150 (цепей ПИ), 65 (цепей ШС)
Максимальная суммарная внешняя индуктивность $L_o$ , мГн	0,8 (цепей ПИ), 3 (цепей ШС)
Максимальная суммарная внешняя ёмкость $C_o$ , мкФ	0,1
Степень защиты, обеспечиваемая оболочкой	IP20
Диапазон рабочих температур, °С	от минус 40 до плюс 55
Габаритные размеры, мм, не более	250x220x45
Масса, кг, не более	1,5

Приборы приемно-контрольные охранно-пожарные Яуза-Ех (рисунок 9, б) предназначены для работы в составе систем пожарной, охранной, охранно-пожарной сигнализации, автоматического пожаротушения и оповещения о пожаре для взрывоопасных зон.

#### 3.5.2.2 Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре

Проектом в соответствии с СП 3.13130.2009 [18], предусмотрена СОУЭ первого типа. В защищаемых сооружениях СОУЭ включается по сигналу от АУПС. Система оповещения управления эвакуацией состоит из комбинированных светового и звукового оповещателей Плазма-Ех-СЗ.

Оповещатель охранно-пожарный комбинированный свето-звуковой взрывозащищённый Плазма-Ех-СЗ (табло) изображен на рисунке 10.



Рисунок 10 – Оповещатель охранно-пожарный комбинированный светозвуковой взрывозащищённый Плазма-Ех-С3 (табло)

Оповещатель пожарный светозвуковой комбинированный взрывозащищенный с видом взрывозащиты «искробезопасная электрическая цепь «i»». Маркировка взрывозащиты 0ExiaIICT6 / POExiaI, степень защиты оболочки IP68, диапазон питающих напряжений от 9 до 13,8 В, Максимальный потребляемый ток режима тревожного извещения, по каналам: свет – 160 мА, звук – 60 мА, Уровень звукового давления 95 дБ/м, диапазон рабочих температур от минус 55 до плюс 85 °С.

### 3.5.2.3 Охранная сигнализация

Склад муки и мини-хлебопекарни оборудуется средствами охранной сигнализации. Постановка и снятие с охраны защищаемого помещения осуществляется при помощи считывателя, установленного на передней панели прибора Яуза-4Ех, настраиваемой задержки и ключей Touch Memory.

Для защиты помещения применены извещатели охранные объемные Фотон-18, которые предназначены для обнаружения проникновения в охраняемое пространство взрывоопасных зон закрытого помещения. Технические характеристики представлены в таблице 11. Извещатель Фотон-18 предназначен для обнаружения проникновения в охраняемое пространство закрытого взрывоопасного помещения и формирования тревожного извещения размыкания контактов реле. Извещатель устойчив к помехам от мелких животных, осветительных и отопительных приборов. Он компактен, прост в установке и техническом обслуживании, устанавливается на стене, относится к

взрывозащитному оборудованию с видом взрывозащиты «искробезопасная электрическая цепь» уровня «ia», маркировкой взрывозащиты 0ExiallBT6X.

Таблица 11 – Технические характеристики извещателя охранного объемного Фотон-18

Наименование параметра	Значение параметра
Маркировка взрывозащиты	0ExiallBT6X
Напряжение питания, В	От 9 до 14
Ток потребления, мА	10
Дальность действия (зона обнаружения), м	12
Габаритные размеры, мм	100×73×54,5
Масса, кг	0,1
Степень защиты оболочки	IP41
Диапазон рабочих температур, °С	От минус 30 до плюс 50

Особенности извещателя Фотон-18:

- извещатель согласован по искробезопасным параметрам с БРШС-Ех ППОКОП Яуза-4Ех;

- чувствительный элемент – двухплощадный пироприемник;
- объемная зона обнаружения;
- сферическая линза;
- формирование антисаботажных зон;
- возможность отключения световой индикации;
- контроль вскрытия корпуса;
- защита от проникновения насекомых к пироприемнику.

Технические характеристики представлены в таблице 12.

Таблица 12 – Технические характеристики извещателя Фотон-18

Наименование параметра	Значение параметра
Максимальная дальность действия в диапазоне скоростей от 0,3м/сек до 3 м/сек, м	12
Рекомендованная высота установки, м	2,3
Диапазон напряжения питания, В	от 8 до 14
Ток потребления, мА	10
Диапазон рабочих температур, °С	От минус 30 до плюс 50
Относительная влажности (при 25 °С, %	95
Угол обзора зоны обнаружения в горизонтальной плоскости, °	90
Габаритные размеры, мм	105×75×56

Подключение извещателя к БШРС-Ех производится согласно рисунку 11.

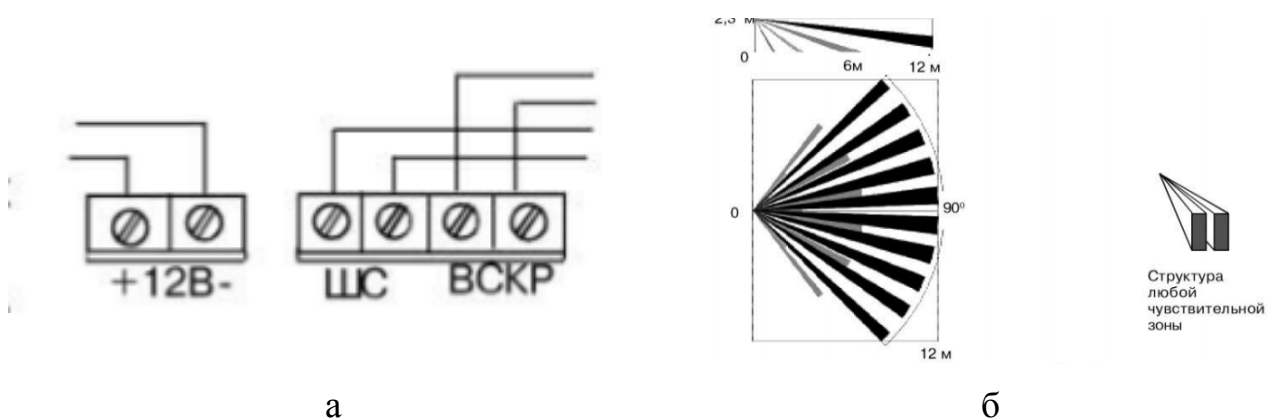


Рисунок 11 – Характеристики извещателя Фотон-18:

а – подключение; б – диаграмма зоны обнаружения

Двери защищаются извещателями охранными магнитноконтактными МК-Ех. Внешний вид извещателя представлен на рисунке 12.

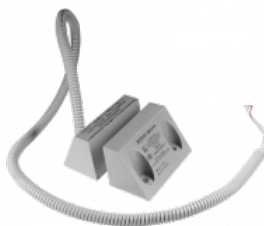


Рисунок 12 – Внешний вид извещателя охранного магнитноконтактного МК-Ех

Технические характеристики извещателя МК-Ех представлены в таблице 13.

Таблица 13 – Технические характеристики извещателя МК-Ех

Наименование параметра	Значение параметра
Маркировка взрывозащиты	0ExiaIIBT6X
Ток коммутации, мА	от 0,1 до 100
Напряжение коммутации, В	от 0,1 до 72
Масса магнитоуправляемого датчика, кг	0,23
Степень защиты оболочки	IP44

Шлейфы охранной сигнализации подключены к ППКОП Яуза-4Ех, при обнаружении проникновения в помещение посторонних лиц охранный извещатель выдает сигнал о тревоге по сигнальному шлейфу.

### 3.6 Расчёт оборудования для резервного питания

Расчет емкости аккумуляторной батареи (АКБ) для автоматической пожарной сигнализации (АУПС) проводится согласно [21, 38], в которых сказано, что при наличии одного источника электропитания бесперебойное питание электроприемников для АПС должно обеспечиваться аккумуляторными батареями или блоками бесперебойного питания, для питания электроприемников в дежурном режиме в течении 24 часов плюс 1 ч в тревожном режиме. Исходные данные находятся в таблице 14.

Таблица 14 – Исходные данные для расчета емкости аккумуляторной батареи для АПС

Наименование прибора	Кол-во	Норма, $I_n$	Тревога, $I_m$
Яуза-Ех, мА	1	300	300
Фотон 18, мА	4	10	10
Плазма-Ех, мА	3	-	140
Всего		340	760

Для расчета емкости аккумуляторной батареи для АПС применяют формулу:

$$I_{max} = t_{24} \cdot \sum I_n + t_3 \cdot \sum I_m \quad (22)$$

где:  $I_n$  – потребляемый ток установки сигнализации в дежурном районе, мА;

$I_m$  – потребляемый ток элемента установки сигнализации в режиме тревоги, мА.

Рассчитываем емкость аккумуляторной батареи для АПС по формуле (22).

$$I_{max} = (340 \times 24 + 760 \times 1) = 8920 \frac{mA}{ч} = 8,92 A/ч.$$

Выбираем в качестве резервированного источника питания аккумуляторную батарею емкостью 12 А/ч типа СКАТ-1200М.



### 3.7 Выводы по главе 3

Разработан проект по повышению пожарной безопасности хлебопекарного цеха ООО «Болотноехлебопродукт». В качестве проектного решения предлагается интегрирование автоматической пожарной сигнализации, системы оповещения и управления эвакуацией, охранной сигнализации на основе оборудования ГК «ЭРВИСТ» (г. Москва).

АУПС включает в себя извещатели дымовые взрывозащищенные, что обосновано расчетом категории хлебопекарного цеха, относящегося к категории Б по взрывопожароопасности.

Время блокирования эвакуационных выходов опасными факторами пожара составляет 0,0167 мин. Время эвакуации 0,06 мин.

Определен резервный источник питания – аккумуляторная батарея емкостью 12 А/ч типа СКАТ-1200М.

#### 4.1 Оценка прямого ущерба от пожара

В настоящей главе представлены расчеты прямого ущерба, нанесенного хлебопекарному цеху ООО «Болотноехлебопродукт» в результате пожара, и расчет необходимых затрат на его тушение. Оценка прямого ущерба представляет собой сумму ущерба, который наносится основным производственным фондам (ОПФ) и оборотным средствам (ОС):

$$Y_{np} = C_{onф} + C_{oc}, \quad (24)$$

где  $C_{onф}$  – основные производственные фонды, руб.

$C_{oc}$  – оборотные средства, руб.

Основные фонды производственных предприятий – складывается из материальных и вещественных ценностей производственного и непроизводственного назначения, необходимых для выполнения производственными предприятиями своих функций, в нашем случае это помещение цеха с наличием: электрооборудования, мебели и коммунально-энергетических сетей.

Ущерб основных производственных фондов находим по формуле:

$$C_{onф} = C_t + C_{ку} \quad (25)$$

где  $C_t$  – стоимость оборудования, руб.;

$C_{ку}$  – стоимость коммунальных услуг, руб.

Стоимость оборудования, используемого в цехе ООО «Болотноехлебопродукт» представлена в таблице 15.

Ежемесячно ООО «Болотноехлебопродукт» производится оплата коммунальных услуг, которая составляет – 254000 руб.

Рассчитываем стоимость основных производственных фондов по формуле (25):

$$C_{\text{онф}} = 13\,181\,999 + 254\,000 = 13\,435\,999 \text{ руб.}$$

Таблица 15 – Стоимость оборудования цеха

Название	Стоимость, руб
Просеиватель муки ITERMA МП-01	39 926
Тестомесильная Машина «Прима 160н»	651 000
Тестомесильная машина с подкатной дежой «Прима-300»	1 490 000
Печь с вращающейся тележкой ПБТ-1Д	590 000
Шкаф расточенный ШР-31	130 000
Автомат RHEON CORNUCOPIA	11 622 673
Итого	13 181 999

Оборотные средства включают в себя готовые хлебобулочные изделия и сырье на сумму – 425000 руб.,  $C_{\text{ос}}=425000$  руб.,

где  $C_{\text{ос}}$  – стоимость пострадавших оборотных средств.

Рассчитываем общую сумму ущерба:

$$Y_{\text{нр}} = 13\,435\,999 + 425\,000 = 13\,860\,999 \text{ руб.}$$

Таким образом, сумма прямого ущерба составила 13860999 рублей.

#### 4.2 Расчёт стоимости оборудования системы

Расчет стоимости покупки производится на основании цен поставщика за единицу оборудования. Смета на приборы и оборудование для модернизации системы пожарной безопасности представлена в таблице 16.

Таблица 16 – Смета на приборы и оборудование

Наименование	Количество, шт	Стоимость единицы, руб	Итого, руб
Прибор приемно-контрольный пожарно-охранный Яуза-4 Ех	1	25 426,20	25 426,20
Извещатель охранный точечный магнитоконтактный МК-Ех	5	1 981,80	9 909,00
Извещатель пожарный дымовой оптико-электронный ИПД-Ех	13	1 941,12	25 234,56
Извещатель охранный объемный взрывозащищенный Риэлта Фотон-18	4	8 305,80	33 223,20

#### Окончание таблицы 16

Ручной адресный беспроводной пожарный извещатель ИПР-Ех	3	2 100,00	6 300,00
Комбинированный световой и звуковой оповещатель Плазма-Ех-СЗ	3	8 226,00	24 678,00
Блок расширения шлейфов сигнализации «Ладога БРШС-Ех»	1	13 860,00	13 860,00
Итого			138 630,00

#### 4.3 Расчет пусконаладочных работ

Стоимость монтажа оборудования определяется по сборникам на монтаж оборудования: ФЕРм 10-02-016-06 [39] с учетом корректировки цен на первый квартал 2021 г. Смета на пусконаладочные работы приведена в таблице 17.

Таблица 17 – Смета на монтаж приборов

Прибор	Цена на единицу, руб.	Оплата труда рабочих	Затраты труда рабочих, чел.-ч	Кол-во	Стоимость руб.
ППКПО Яуза-4 Ех	514,80	38,69	9,92	1	514,80
Извещатель охранный МК-Ех	190,656	19,86	9,60	5	953,28
Извещатель пожарный ИПД-Ех	190,656	19,86	9,60	13	2478,528
Извещатель охранный Фотон-18	190,656	19,86	9,60	4	762,624
Извещатель пожарный ИПР-Ех	190,656	19,86	9,60	3	571,968
БРШС «Ладога БРШС-Ех»	371,424	38,69	9,60	1	371,424
Итого					6224,60

Индекс изменения стоимости монтажных работ (по отношению к базовым ценам по состоянию на 2001 года) равен 7,39 [40], следовательно, общая стоимость монтажа оборудования составляет 45 999,73 руб.

#### 4.4 Расчёт технического обслуживания

Пожарная сигнализация входит в категорию оборудования, за которым нужен технический уход и соблюдение правил эксплуатации, т.к., в частности, на работоспособность извещателей может повлиять ряд факторов, начиная от пыли и заканчивая намеренной порчей оборудования. Расчет стоимости технического обслуживания приведен в таблице 18.

Таблица 18 – Расчет стоимости обслуживания охранной сигнализации

Наименование	Количество, шт	Стоимость обслуживания единицы, руб.	Стоимость в месяц, руб.	Стоимость в год, руб.
ППКПО Яуза-4 Ех	1	150,00	150,00	1800,00
Извещатель охранный МК-Ех	5	40,00	200,00	2400,00
Извещатель пожарный ИПД-Ех	13	40,00	520,00	6240,00
Извещатель охранный Фотон-18	4	40,00	160,00	1920,00
Извещатель пожарный ИПР-Ех	3	40,00	120,00	1440,00
Оповещатель Плазма-Ех-СЗ	3	40,00	120,00	1440,00
БРШС «Ладога БРШС-Ех»	1	40,00	40,00	480,00
Итого			1310,00	15720,00

Сметная стоимость работ по текущему, капитальному ремонту, наладке и техническому обслуживанию оборудования на действующих предприятиях определяется подведомственными или региональным прејскурантами на данные виды работ.

Согласно ГОСТ 12.4.009-83 [41] и паспортам на приборы, ежедневно:

- проводят осмотр шлейфов, извещателей, контроллеров на предмет наличия грязи, трещин, ржавчины, внешних повреждений;
- обязательно следует убедиться в работоспособности извещателей, нетронутости пломб на главном приборе управления.

Ежемесячно проверяют исправность подключения к источнику питания, заряд запасного источника энергии, тестируют на работоспособность все

элементы пожарной сигнализации, при необходимости проводят замену изношенных элементов.

График проведения технического обслуживания оборудования на 2021 г. представлен в таблице 19.

Таблица 19 – График проведения технического обслуживания

Тип элемента	Вид работ	I квартал			II квартал			III квартал			IV квартал		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ППКПО Яуза-4 Ех	внешний осмотр	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	проверка работоспособности			1			1			1			1
	профилактика							1					
Извещатель охранный МК- Ех	внешний осмотр	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	проверка работоспособности			1			1			1			1
	профилактика							1					
Извещатель пожарный ИПД- Ех	внешний осмотр	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	проверка работоспособности			1			1			1			1
	профилактика							1					
Извещатель пожарный ИПД- Ех	внешний осмотр	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	проверка работоспособности			1			1			1			1
	профилактика							1					
Извещатель охранный Фотон-18	внешний осмотр	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	проверка работоспособности			1			1			1			1
	профилактика							1					
Извещатель пожарный ИПР- Ех	внешний осмотр	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	проверка работоспособности			1			1			1			1
	профилактика							1					
Оповещатель Плазма-Ех-СЗ	внешний осмотр	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	проверка работоспособности			1			1			1			1
	профилактика							1					
БРШС «Ладога БРШС-Ех»	внешний осмотр	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	проверка работоспособности			1			1			1			1
	профилактика							1					

Один раз в год проводят полную проверку аппаратуры, замер заземления всей системы и отдельно каждого элемента сигнализации. Один раз в три года проверяют на сопротивляемость и отсутствие повреждений изоляционный материал охранной сигнализации.

#### 4.5 Вывод по главе 4

В главе 4 произведена оценка прямого ущерба от пожара, сумма которого составила 13 860 999 руб. Стоимость проектирования модернизации системы пожарной сигнализации, исходя из площади объекта исследования, составила 72 000,00 руб.

Расчет стоимости оборудования системы пожарной и охранной сигнализаций – 138 630,00 руб., расчет пусконаладочных работ – 6 224,60руб., техническое обслуживание сигнализации – 15 720,00руб. Общая стоимость проекта модернизации автоматической пожарной сигнализации с учетом разработки проектных работ, стоимости оборудования и пусконаладочных работ составит 232 574,60 руб.

## 5 Социальная ответственность

### 5. 1 Описание рабочего места сотрудника

Объектом исследования является рабочее место пекаря хлебопекарного цеха ООО «Болотноехлебопродукт». В пекарном цехе используется следующее оборудование: машина для просеивания муки, машина тестомесильная «Прима 160н» и «Прима 300», печь хлебопекарная ярусная ХПЭ-750/4-4 штуки, шкаф расстоечный ШР-31, автомат экструзионно-формовочный RHEON CORNUCOPIA.

Вентиляция приточно-вытяжная. Отопление осуществляется посредством естественно выделяемого тепла в процессе работы оборудования и с помощью электрокулеров. Ежедневно в цехе проводится влажная уборка (моется пол, протирается технологическое оборудование, очищаются пылеуловители в системе вентиляции).

Результаты специальной оценки условий труда пекаря представлены в таблицах 20 и 21.

Таблица 20 – Параметры микроклимата

Период года	Температура воздуха, С		Относительная влажность, %		Скорость движения воздуха, м/с	
	фактическая	допустимая	фактическая	допустимая	фактическая	допустимая
Холодный	20	22	25	75	0,4	0,5
Теплый	25	28	30	55	0,2	0,2-0,6

Таблица 21 – Освещенность

Освещенность, лк		Коэффициент пульсации, %	
фактическая	допустимая	фактическая	допустимая
200	300	12	20

К вредным производственным факторам, влияющим на пекаря, можно отнести ненормированные параметры микроклимата, вредные вещества, инфракрасное излучение, а также тяжесть труда. К опасным факторам относятся: пожаровзрывоопасность, опасность поражения электрическим током, термические и механические опасности.



## 5.2 Анализ выявленных вредных факторов

### 5.2.1 Микроклимат

Параметрами, определяющими микроклимат, являются: температура воздуха в помещении, выраженная в  $^{\circ}\text{C}$ ; относительная влажность воздуха в %; скорость его движения – в м/с. От микроклимата рабочей зоны в значительной мере зависят самочувствие и работоспособность человека. Нормирование параметров микроклимата осуществляется в соответствии с СП 2.2.3670-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда» [42]. Согласно ГОСТ 12.1.005–88 [43] могут быть установлены оптимальные и допустимые микроклиматические условия, представленные в таблице 22.

Таблица 22 – Оптимальные и допустимые нормы микроклимата для пекарного производства

Период года	Категория работ	Температура воздуха, + С°		Относительная влажность, %		Скорость движения воздуха, м/с
Допустимые						
Холодный	3	От 16 до 22	21	75	73	До 0,5
Теплый	3	От 24 до 28	26	55	52	От 0,2 до 0,6
Оптимальные						
Холодный	3	От 18 до 20	18	От 40 до 60	58	0,3
Теплый	3	От 19 до 22	20	От 40 до 60	52	0,2

Из таблицы 22 видно, что параметры микроклимата в пекарном цехе не соответствуют нормативным. В холодный и теплый периоды года наблюдаются повышенные значения температуры воздуха, так как при производстве пищевых изделий требуется высокая температура. Для улучшения микроклимата предложено разветвить вентиляционную систему и разработать специальные вентиляционные режимы.

### 5.2.2 Вредные вещества

Наличие надежной вентиляции является важнейшим условием нормальной работы хлебопекарного предприятия, поскольку в процессе производства хлеба воздух производственных помещений пекарни неизбежно загрязняется мучной и сахарной пылью, продуктами брожения теста, дымовыми газами, а также компонентами, образующимися при высокотемпературном разложении органических веществ, смазочных материалов и т.д. Большинство из этих веществ способно оказать заметное негативное влияние на здоровье работников предприятия.

Негативное воздействие на здоровье пекарей оказывает не только химическое, но и тепловое загрязнение воздуха, поскольку хлебопекарные печи и расстойные шкафы являются источниками интенсивного теплового излучения. Для того, чтобы снизить негативное воздействие, необходимо удалять из помещений загрязненный воздух и подавать вместо него чистый (наружный) воздух.

Вытяжные зонты предназначены для улавливания потоков вредных выделений, направленных вверх. Вытяжные зонты обычно имеют форму конусов и устанавливаются над источниками выделения вредных веществ. Эффективность работы зонта зависит от его размеров и расстояния от источника выделений. Размеры прямоугольного зонта (А и В) можно определить из выражений (16) и (17):

$$A = a + 0,8 \cdot H \quad (25)$$

$$B = b + 0,8 \cdot H \quad (26)$$

где а и b – размеры источника вредных выделений, м;

H – расстояние от оборудования до низа зонта, м.

Расход воздуха ( $\text{м}^3/\text{ч}$ ), подтекающего к зонту с конвективным потоком, можно определить по формуле:

$$L_k = 0,68 \sqrt{Q \cdot F^2 \cdot H} \quad (27)$$

где  $Q$  – количество конвективного тепла, выделенного с поверхности источника, Вт;

$F$  – площадь горизонтальной проекции источника тепловыделений,  $\text{м}^2$ .

Количество конвективного тепла, выделяемого источником:

$$Q = 1,5 \sqrt[3]{t_u - t_v}, \quad (28)$$

где  $t_u$  и  $t_v$  – температуры поверхности источника и воздуха,  $^{\circ}\text{C}$ .

Расстояние от кромки зонта до источника выделений должно соответствовать условию:

$$H \leq 1,5 \sqrt{F}. \quad (29)$$

Количество воздуха, которое должен удалять вытяжной зонт, рассчитывают по формуле:

$$L_z = \frac{L_k \cdot F_3}{F}. \quad (30)$$

Рассчитаем параметры вытяжного зонта (размеры, максимальное расстояние от источника вредных примесей и расход воздуха), необходимые для удаления тепла от горизонтального источника, если известно, что температура источника выделений  $350^{\circ}\text{C}$ , температура воздуха  $20^{\circ}\text{C}$ ; размеры источника вредных выделений:  $a = 0,750$  м,  $b = 0,500$  м.

По формуле (19) определим количество конвективного тепла, выделяемого источником:

$$Q = 1,5 \cdot \sqrt[3]{350 - 20} = 1,5 \cdot 6,91 = 10,4 \text{ Вт}.$$

Максимальное расстояние от кромки зонта до источника выделений находим по выражению (20):

$$H = 1,5 \cdot \sqrt{0,750 \cdot 0,500} = 0,92 \text{ м}.$$

По формуле (21) рассчитываем количество воздуха, достигающее вытяжного зонта с конвективным потоком:

$$L_k = 0,68 \cdot \sqrt{10,4 \cdot 0,375^2 \cdot 0,92} = 0,8 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

По формулам (16) и (17) находим размеры вытяжного зонта:

$$A = 0,75 + 0,8 \cdot 0,92 = 1,5 \text{ м}$$

$$B = 0,5 + 0,8 \cdot 0,92 = 1,2 \text{ м.}$$

Теперь по формуле (21) подсчитываем количество воздуха, которое должен удалять вытяжной зонт:

$$L_3 = \frac{0,8 \cdot 1,86}{0,375} = 3,97 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}.$$

Таким образом, размеры вытяжного зонта составляют:  $A=1,5$  м;  $B=1,2$  м;  $H=0,92$  м и  $L_3=3,97$  м<sup>3</sup>/ч. На рисунке 13 представлен предлагаемый зонт вытяжной пристенный из нержавеющей стали 1200×1500.



Рисунок 13 – Зонт вытяжной

Зонт вытяжной производится из нержавеющей стали марки AISI 430 (12X17), AISI 304 (08X18H10) и др. Нижняя часть вытяжного зонта во избежание травм обрамляется шиной или загибается внутрь таким образом, чтобы при обслуживании не порезаться об острые края металла.

### 5.2.3 Инфракрасное излучение

Инфракрасным является излучение с длиной волн от 770 нм до 1–2 мм, испускаемое нагретыми телами [44]. Воздействуя главным образом на кожу работника, инфракрасное излучение вызывает покраснение кожи, ожоги, ухудшение самочувствия. К профессиональным заболеваниям людей, часто сталкивающихся на рабочем месте с облучением, относят дерматиты, новообразования. В хлебопекарном цехе источником инфракрасного излучения служат печи и расстоечные шкафы. Для защиты от инфракрасного излучения используют средства индивидуальной защиты – специальную одежду,

ежегодно выдаваемую согласно Приказу Минтруда России №997н от 9 декабря 2014 г. [45]: костюм защитный –1 шт., фартук из полимерных материалов с нагрудником – 2 шт., нарукавники из полимерных материалов – до износа.

#### 5.2.4 Тяжесть труда

Согласно должностной инструкции пекарь ведет технологический процесс выпекания до 3 т хлеба или до 2 т булочных изделий, укладывает тестовые заготовки в печи, выбирает готовые изделия из печей, регулирует работу механизмов, укладывает изделия в тару, выполняет операции по подготовке муки к производству, замешивает и формирует тесто. Во время выпекания изделий в печах наблюдает, контролирует работу топки, подготавливает пекарную камеру к выпеканию и др. Исходя из должностных обязанностей пекаря, можно сделать выводы:

- большинство физических динамических нагрузок он получает, когда поднимает и опускает груз среднего веса, не получая сильных нагрузок;
- большое количество времени работник находится в режиме «наблюдения»;
- рабочая поза в основном стоя;
- число наклонов корпуса небольшое. Согласно карте специальной оценки условий труда пекарю установлен 2 класс условий труда (допустимые) по показателю «Тяжесть трудового процесса».

#### 5.3 Анализ выявленных опасных факторов

К механическим опасным факторам на рабочем месте пекаря хлебопекарного цеха относятся подвижные части и элементы расстоечных шкафов, смесителей и миксеров, упаковочного оборудования, погрузочной техники. Способами защиты от воздействия механических факторов является защита расстоянием – установка оградительных устройств.

Такой опасный фактор, как пожаровзрывоопасность, раскрыт в главах 2–3 выпускной квалификационной работы. Одной из возможных причин пожара или взрыва могут быть короткие замыкания и другие сбои в электроснабжении цеха. Для минимизации влияния этого воздействия всё электрооборудование имеет заземление согласно ПУЭ [46]. Термические опасности на рабочем месте пекаря обусловлены наличием нагретых поверхностей.

В случае возгорания работник должен немедленно прекратить работу, отключить электрооборудование, вызвать пожарную охрану, сообщить непосредственному руководителю и администрации организации, принять меры к эвакуации из помещения. При ликвидации загорания необходимо использовать первичные средства пожаротушения, принять участие в эвакуации людей. При загорании электрооборудования применять только углекислотные огнетушители или порошковые. В случае получения травмы работник обязан прекратить работу, поставить в известность непосредственного руководителя и вызвать скорую медицинскую помощь или обратиться в медицинское учреждение.

При поражении электрическим током необходимо освободить пострадавшего от действия тока путем немедленного отключения электроустановки рубильником или выключателем. Если отключить электроустановку достаточно быстро нельзя, необходимо пострадавшего освободить с помощью диэлектрических перчаток, при этом необходимо следить и за тем, чтобы самому не оказаться под напряжением. После освобождения пострадавшего от действия тока необходимо оценить его состояние, вызвать врача скорой медицинской помощи и до прибытия врача оказывать первую помощь.

Общими мерами безопасности является своевременное техническое обслуживание оборудования, проведение инструктажей работников, наличие исправных систем АУПС и СОУЭ. На объекте имеется пожарный щит, укомплектованный немеханизированным пожарным инструментом и инвентарем согласно нормам [7].

## 5.4 Охрана окружающей среды

Хлебопекарный цех не оказывает значительного негативного влияния на окружающую среду из-за выбросов в атмосферу пылевидных и газообразных продуктов с низким содержанием вредных веществ, появляющихся в процессе изготовления пищевой продукции. Отходы и мусор, накапливающиеся в результате работы предприятия, в т.ч. в пылесборниках вентиляционной системы, централизованно утилизируются по договору с компанией «Чистый город».

## 5.5 Защита в чрезвычайных ситуациях

Постановлением Правительства РФ № 738 от 24.07.95 г. утвержден порядок подготовки населения в области защиты от ЧС [47]. На предприятии разработана локальная инструкция по действиям администрации и персонала при ЧС согласно рекомендациям МЧС РФ [48].

Одной из наиболее вероятных чрезвычайных ситуаций следует признать землетрясение, так как предприятие ООО «Болотноехлебопродукт» находится на территории, примыкающей к регионам с сейсмической активностью. Однако, по данным Главного управления МЧС России по Кемеровской области-Кузбассу [50], даже в случае максимальной активности на Алтае или Прибайкалье в 12 баллов, в Болотном сила толчков составит 2–3 балла. Это не приведет к заметным разрушениям зданий и сооружений и не снизит показатели устойчивости рассматриваемого объекта экономики.

## 5.6 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

К работе в качестве пекаря допускаются мужчины и женщины, годные по состоянию здоровья, прошедшие обучение по охране труда по специальности. Лица моложе 18 лет к работе непосредственно у пекарных

печей не допускаются. На рабочем месте работник получает первичный инструктаж по безопасности труда и проходит: стажировку; обучение устройству и правилам эксплуатации используемого оборудования; проверку знаний в объеме I группы по электробезопасности (при использовании оборудования, работающего от электрической сети), теоретических знаний и приобретенных навыков безопасных способов работы.

Во время работы работник проходит: проверку знаний требований охраны труда – 1 раз в год; проверку знаний по электробезопасности для неэлектротехнического персонала в объеме I группы по электробезопасности – ежегодно; периодический медицинский осмотр. Повторный инструктаж на рабочем месте по охране труда проводится не реже 1 раза в 6 месяцев по утвержденным программам. Работник должен быть обеспечен средствами индивидуальной защиты в соответствии с нормами утвержденными в организации. Для предупреждения и предотвращения распространения желудочно-кишечных, паразитарных и других заболеваний при упаковке пищевых продуктов работник обязан: коротко стричь ногти; тщательно мыть руки с мылом (либо с дезинфицирующими средствами) перед началом работы, после каждого перерыва в работе и соприкосновения с загрязненными предметами, а также после посещения санузла. Во время работы не допускается носить ювелирные украшения, покрывать ногти лаком. Лица, допустившие невыполнение или нарушение инструкции о охране труда, привлекаются к дисциплинарной ответственности в соответствии законодательством РФ и с правилами внутреннего трудового распорядка и, при необходимости, подвергаются внеочередной проверке знаний норм и правил охраны труда.

Согласно коллективному договору, составленному в соответствии с Трудовым Кодексом Российской Федерации, пекарь имеет право на ежегодный оплачиваемый отпуск в количестве 28 календарных дней, оплату листа нетрудоспособности, а также 1 раз в 5 лет при условии непрерывного стажа работы на предприятии – оплату санаторно-курортного лечения. Рабочая смена составляет 8 ч, работа ведётся в две смены. Перерыв на обед – 1 ч



## 5.7 Выводы по главе 5

Проведя исследование объекта на предмет соблюдения нормативно-правовых документов, регулирующих вопросы воздействия вредных и опасных факторов производственной среды и трудового процесса, негативного воздействия производства на окружающую природную среду, были выявлены нарушения нормативных значений показателей микроклимата на рабочем месте пекаря. С целью устранения имеющихся несоответствий был произведен расчет вытяжного зонта для хлебопекарной печи в рабочей зоне. По соблюдению остальных нормативов замечаний не выявлено.

На предприятии разработана локальная инструкция по действиям администрации и персонала при ЧС. На предприятии разработан комплекс организационных мероприятий по охране труда пекаря.

## Заключение

Выпускная квалификационная работа содержит в своей основе материалы производственной и преддипломной практик, анализ нормативно-технической документации, научной литературы по проблеме исследования. При выполнении выпускной квалификационной работы в результате анализа нормативных документов, технической и специальной литературы были решены поставленные задачи. Была рассмотрена нормативно-техническая документация по обеспечению пожарной безопасности хлебопекарных предприятий на всех уровнях – от федерального до локального и сформулированы основные общие требования пожарной безопасности. Изучен практический опыт в сфере применения систем противопожарной защиты, проведен сравнительный анализ систем противопожарной защиты различных производителей, на основе которого осуществлён выбор системы противопожарной защиты для анализируемого объекта.

Дана характеристика исследуемого объекта – хлебопекарного цеха ООО «Болотноехлебопродукт», проанализирована применяемая в настоящее время система обеспечения безопасности его функционирования.

Предварительное обследование объекта защиты позволило прийти к выводу, что используемая в настоящее время система пожарной безопасности нуждается в модернизации, которая была осуществлена проектным решением: разработано техническое задание, на основе которого предложен проект АУПС, СОУЭ и охранной сигнализации хлебопекарного цеха ООО «Болотноехлебопродукт» с использованием оборудования ГК «Эрвист» (г. Москва), включающий в себя взрывозащищённые и искрозащищенные извещатели и оповещатели. Для обоснования проектного решения была рассчитана категория помещения Б – пожаровзрывоопасная.

Технические решения, принятые при разработке АУПС, СОУЭ и охранной сигнализации хлебопекарного цеха, соответствуют требованиям

санитарно-гигиенических, противопожарных и других нормативов, действующих на территории Российской Федерации, и обеспечивают безопасное для жизни и здоровья работников функционирование объекта при соблюдении предлагаемых мероприятий.

В работе произведена оценка прямого ущерба от пожара на объекте, расчёт экономических затрат на проектного решения, включающий стоимость оборудования и материалов, пусконаладочных работ и технического обслуживания. Общие затраты составили 232 574,60 руб. Для обеспечения надёжной эксплуатации АУПС, СОУЭ и охранной сигнализации разработан график проверки и технического обслуживания на 2021 г.

В выпускной квалификационной работе проведена оценка воздействия вредных и опасных производственных факторов на рабочем месте пекаря хлебопекарного цеха. Было выявлено нарушение нормативного значения температурного режима на рабочем месте пекаря, с целью устранения которого был произведен расчет вытяжного зонта для хлебопекарной печи, и предложена марка необходимого зонта.

## Список использованных источников

1. Пожары и пожарная безопасность в 2019 году: Статистический сборник / Под общей редакцией Д.М. Гордиенко – М.: ВНИИПО, 2020, – 80 с.
2. ГОСТ 12.1. 004-91 Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность : дата введения 1992-07-01. – URL.: <https://docs.cntd.ru/document/9051953> (дата обращения: 25.03.2021).
3. ГОСТ 12.1.010-76 Система стандартов безопасности труда. Взрывобезопасность : дата введения 1978-01-01.– URL.: <https://docs.cntd.ru/document/5200270>\_(дата обращения 22.03.2021). – Текст : электронный.
4. Российская Федерация. Законы. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности : Федеральный закон № 123-ФЗ : [принят Государственной думой 04 июля 2008]. – Российская газета. – 2019. – № 2.
5. Конституция Российской Федерации. [принята всенародным голосованием 12.12.1993 с изменениями, одобренными в ходе общероссийского голосования 01.07.2020 ] – Текст : электронный // Consultant.ru [сайт] – URL: <https://login.consultant.ru/link> (дата обращения: 25.05.2021).
6. Российская Федерация. Законы. О пожарной безопасности : Федеральный закон N 69-ФЗ : [принят Государственной Думой 18 ноября 1994 года] – Текст: электронный // consultant.ru [сайт] – URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_5438](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5438) (дата обращения: 28.04.2021).
7. Постановление Правительства Российской Федерации «Правила противопожарного режима в Российской Федерации» : постановление правительства N 1479. – Текст: электронный // consultant.ru [сайт] – URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_363263](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_363263) (дата обращения: 25.04.2021).
8. Свод правил «Системы противопожарной защиты. Ограничение

распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям» : [СП 4.13130.2013] : утвержден МЧС России от 24.04.2013 : введен в действие 24.06.2013 – Текст: электронный // consultant.ru [сайт] – URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_148575/5de54856842bf030cc565ec771f9407e40bd31e4](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_148575/5de54856842bf030cc565ec771f9407e40bd31e4) (дата обращения: 25.04.2021).

9. Нормы технологического проектирования предприятий хлебопекарной промышленности : [ВНТП 02-92] : утверждены Министерством торговли Российской Федерации 03.04.92 : введены в действие 01.05.1992 – Текст: электронный // docs.cntd.ru [сайт] – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200029035> (дата обращения: 25.04.2021). – Режим доступа: свободный.

10. Нормы пожарной безопасности «Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите автоматическими установками пожаротушения и автоматической пожарной сигнализацией» : [НПБ 110-03] : введены в действие 01.07.2003 – Текст: электронный // docs.cntd.ru [сайт] – URL: <https://docs.cntd.ru/document/901866575> (дата обращения: 25.04.2021). – Режим доступа: свободный.

11. Постановление Правительства Российской Федерации «О федеральном государственном пожарном надзоре» : постановление правительства N 290 [принято Правительством РФ 12.04.2012] – Текст: электронный // consultant.ru [сайт] – URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_128492/19bd36e5d9b937659a8fe25e7d9265c503dfd027](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_128492/19bd36e5d9b937659a8fe25e7d9265c503dfd027) (дата обращения: 25.04.2021).

12. Приказы. Об утверждении Норм пожарной безопасности «Обучение мерам пожарной безопасности работников организаций» : приказ МЧС РФ N 645 от 12 декабря 2007 года. – Текст: электронный // Электронный сайт правовых и нормативных документов [сайт] – URL: <https://docs.cntd.ru/document/902079274> (дата обращения: 28.04.2021).

13. Приказы. О мерах по обеспечению пожарной безопасности в

структурных подразделениях Министерства сельского хозяйства РФ : приказ № 279 от 02.09.2011. – Текст: электронный // Система ГАРАНТ [сайт] – URL: <http://base.garant.ru/12169057/> (дата обращения: 30.04.2021).

14. Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях : Федеральный закон N 195-ФЗ : принят Государственной Думой 20.12.2001 : введен в действие 30.12.2001 – Текст: электронный // consultant.ru [сайт] – URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_34661](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34661) (дата обращения: 26.04.2021). – Режим доступа: свободный.

15. Уголовный кодекс Российской Федерации : федеральный закон N 63-ФЗ : принят Государственной Думой 24.05.1996 : введен в действие 13.06.1996 – Текст: электронный // consultant.ru [сайт] – URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_34661](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34661) (дата обращения: 25.04.2021). – Режим доступа: свободный.

16. Свод правил «Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты» : [СП 2.13130.2020] : утвержден приказом МЧС России от 12.03.2020 : введен в действие 12.09.2020 – Текст: электронный // docs.cntd.ru [сайт] – URL: <https://docs.cntd.ru/document/565248963> (дата обращения: 20.04.2021).

17. Свод правил «Системы противопожарной защиты. Системы пожарной сигнализации и автоматизация систем противопожарной защиты. Нормы и правила проектирования» : [СП 484.1311500.2020] : утвержден приказом МЧС России от 31.07.2020 : введен в действие 01.03.2021 – Текст: электронный // docs.cntd.ru [сайт] – URL: <https://docs.cntd.ru/document/566249686> (дата обращения: 20.04.2021).

18. Свод правил «Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре» : [СП 3.13130.2009] : утвержден приказом МЧС России от 25.03.2009 : введен в действие 01.05.2009 – Текст: электронный // docs.cntd.ru [сайт] – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200071145> (дата обращения: 20.04.2021). – Режим доступа: свободный.

19. Свод правил «Системы противопожарной защиты. Внутренний противопожарный водопровод. Требования пожарной безопасности»: [СП 10.13130.2020] : утвержден приказом МЧС России от 27.07.2020 : введен в действие 27.01.2021 – Текст: электронный // docs.cntd.ru [сайт] – URL: <https://docs.cntd.ru/document/566249684> (дата обращения: 20.04.2021).

20. ГОСТ 12.4.009-83 Система стандартов безопасности труда. Пожарная техника для защиты объектов : дата введения 1985-01-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200003611> (дата обращения: 28.04.2021).

21. Свод правил. «Системы противопожарной защиты. Установки пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования» : [СП 485.1311500.2020] ; утвержден приказом МЧС России от 31.08.2020 N 628: введен в действие 01.03.2021 – Текст: электронный // docs.cntd.ru [сайт] – URL: <https://docs.cntd.ru/document/573004280> (дата обращения: 20.04.2021).

22. Свод правил. Системы противопожарной защиты. Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите автоматическими установками пожаротушения и системами пожарной сигнализации. Требования пожарной безопасности : [СП 486.1311500.2020] утвержден приказом МЧС России от 20.07.2020 N 539: введен в действие 01.03.2021 – Текст: электронный // docs.cntd.ru [сайт] – URL: <https://docs.cntd.ru/document/566348486> (дата обращения: 20.04.2021).

23. Информационный портал по системам безопасности : сайт. – URL: <https://securportal.ru/> (дата обращения: 20.05.2021). – Режим доступа: свободный.

24. Правила устройства электроустановок / издание 7-е – М.: Изд-во НПЭНАС, 2005. – 706 с.

25. Свод правил. «Санитарно-эпидемиологические требования к эксплуатации помещений, зданий, сооружений, оборудования и транспорта, а также условиям деятельности хозяйствующих субъектов, осуществляющих продажу товаров, выполнение работ или оказание услуг» : [СП 2.1.3678-20] : утверждены постановлением Главного государственного санитарного врача

Российской Федерации от 24 декабря 2020 года N 44 : введены в действие 01.03.2021. – Текст: электронный // docs.cntd.ru [сайт] – URL: <https://docs.cntd.ru/document/573275590?marker=6560IO> (дата обращения: 20.04.2021). – Режим доступа: свободный.

26. Свод правил. Системы противопожарной защиты. Наружное противопожарное водоснабжение. Требования пожарной безопасности : [СП 8.13130.2020] утвержден приказом МЧС России от 30 марта 2020 г. N 225: введен в действие 30.09.2020 – Текст: электронный // docs.cntd.ru [сайт] – URL: <https://docs.cntd.ru/document/565391175> (дата обращения: 20.04.2021).

27. Свод правил. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности : [СП 12.13130.2009] : утвержден МЧС России 25 марта 2009 : введен в действие 01.05.2009. – Текст: электронный // docs.cntd.ru [сайт] – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200071156> (дата обращения: 29.04.2021).

28. Нормы пожарной безопасности. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности. : [НПБ 105-03] : утверждены МЧС России 18.06.2003 : введены в действие 01.08.2003. – Текст: электронный // docs.cntd.ru [сайт] – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200032102> (дата обращения: 30.04.2021).

29. ГОСТ 12.1.044-89 Система стандартов безопасности труда. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов : дата введения 1991-01-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200004802> (дата обращения: 30.04.2021).

30. Пособие по применению СП 12.13130.2009 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности» / ИМ Смолин [и др.]. М.: ВНИИПО, 2014. – 147 с.

31. Приказы. Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности : приказ МЧС России от 30 июня 2009 г. N 382. – Текст: электронный // Система ГАРАНТ [сайт] – URL: <http://base.garant.ru/12169057/> (дата обращения: 30.04.2021).



32. Пособие по применению «Методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности» / А.А. Абашкин [и др.]. – Москва : ВНИИПО, 2012.–83 с.

33. Пособие по определению расчетных величин пожарного риска для производственных объектов / Д.М. Гордиенко [и др.]. – Москва : ВНИИПО, 2012.–242 с.

34. Рекомендации по разработке технических заданий на проектирование автоматических установок пожаротушения и пожарной сигнализации : справочные материалы для проектирования систем защиты от пожара и проникновения. – Москва : Пульс. 2005. – 10с.

35. ГОСТ Р 50776-95 Системы тревожной сигнализации : дата введения 1996-01-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200005308> (дата обращения: 30.04.2021). – Режим доступа: свободный.

36. Технический регламент таможенного союза. О безопасности оборудования для работы во взрывоопасных средах : [ТР ТС 012/2011] : принят решением Комиссии Таможенного союза от 18 октября 2011 : вступил в действие 18.10.2011. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/902307910> (дата обращения: 30.04.2021). – Режим доступа: свободный.

37. ГОСТ 30852.10-2002 Электрооборудование взрывозащищенное : дата введения 2002-11-08. – URL: <https://meganorm.ru/Data2/1/4293778/4293778672.pdf> (дата обращения: 10.05.2021). – Режим доступа: свободный.

38. Развитие нормативной базы по источникам питания систем противопожарной защиты / Т.В. Варламова . – Текст : электронный // Актив. Гипермаркет систем безопасности. – 11.09.2018. – URL: [https://www.aktivsb.ru/statii/razvitie\\_normativnoy\\_bazy\\_po\\_istochnikam\\_pitaniya\\_sistem\\_protivopozharnoy\\_zashchity.html](https://www.aktivsb.ru/statii/razvitie_normativnoy_bazy_po_istochnikam_pitaniya_sistem_protivopozharnoy_zashchity.html) (дата обращения: 15.05.2021).

39. Справочники и нормативы / e-СМЕТА.ру [сайт] – URL: <http://www.e-smeta.ru/documents/idx/minregion> (дата обращения: 15.05.2021).

40. Справочник базовых цен на проектные работы. – Москва: Минстрой РФ, 2021. – 156 с.

41. ГОСТ 12.4.009-83 Система стандартов безопасности труда. Пожарная техника для защиты объектов : дата введения 1985-01-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/120000361> (дата обращения: 15.05.2021).

42. Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда : (СП 2.2.3670-20) : утверждены постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 02.12.2020 N 40 : введены в действие 01.01.2021 – URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_372741/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_372741/) (дата обращения 10.05.2021) – Текст : электронный.

43. ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. : дата введения 01.01.1998 – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200003608> (дата обращения 22.04.2021) – Текст : электронный.

44. Инфракрасное излучение: влияние на организм человека / 05.rospotrebnadzor.ru [сайт]. – URL: <http://05.rospotrebnadzor.ru/278> (дата обращения 20.05.2021) – Текст : электронный.

45. Приказы. Об утверждении Типовых норм бесплатной выдачи специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты. Приказ Министерства труда России от 30 июня 2009 г. N 382. – Текст: электронный // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов [сайт] – URL: <https://mintrud.gov.ru/docs/mintrud/orders/372> (дата обращения: 30.04.2021). – Режим доступа: свободный.

46. Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда : (СП 2.2.3670-20) : официальное издание : утверждены постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 02.12.2020 N 40 : введены в действие 01.01.2021 – URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_372741/e1c5080b/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_372741/e1c5080b/) (дата обращения 10.05.2021) – Текст : электронный.

47. Постановление Правительства Российской Федерации «О порядке подготовки населения в области защиты от чрезвычайных ситуаций» : постановление правительства N 738 : [принято Правительством РФ 24.07.1995]. – Текст: электронный // Система Гарант [сайт] – URL: <http://base.garant.ru/2133092/> (дата обращения: 25.04.2021).

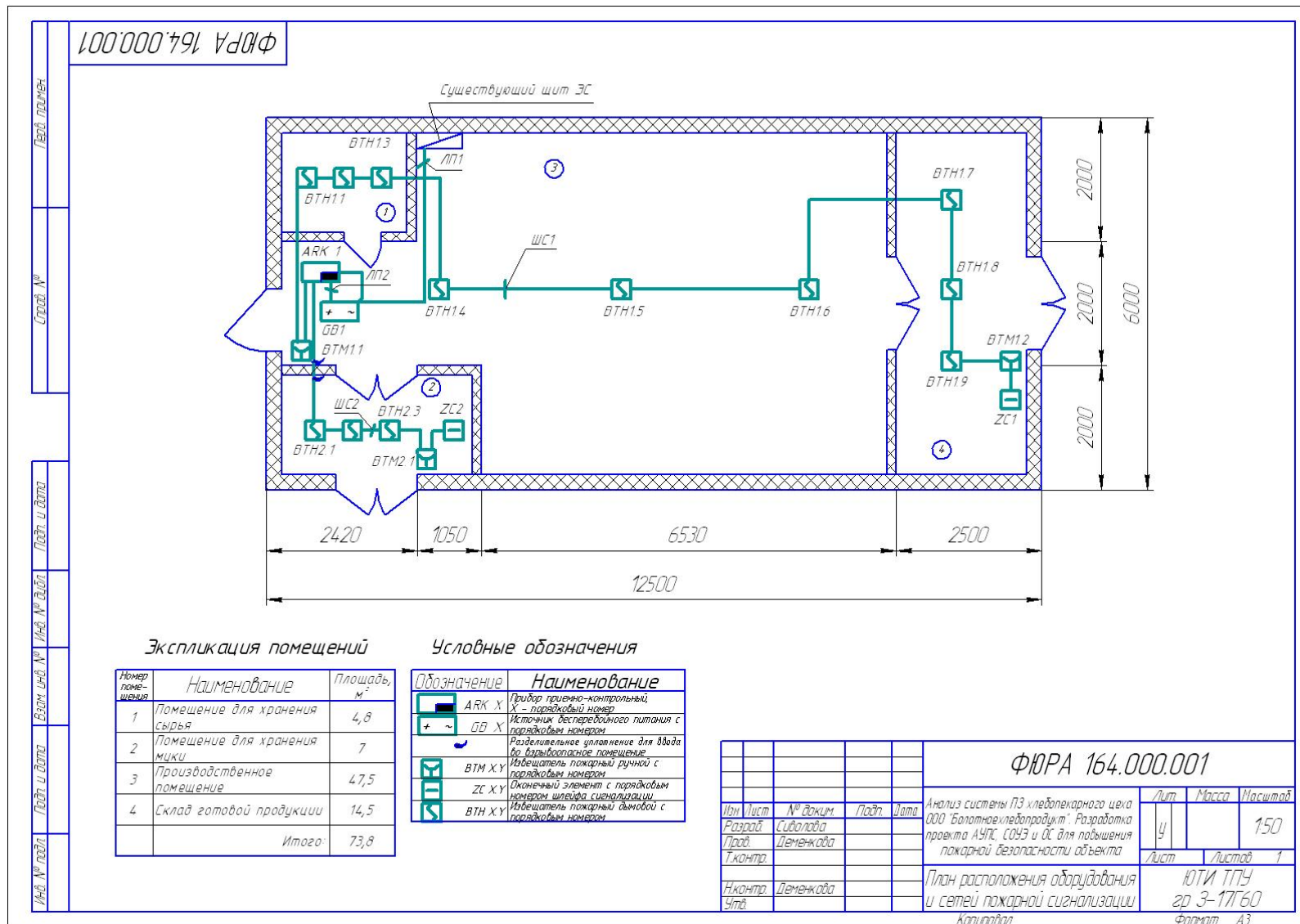
48. Безопасность граждан. Рекомендации и правила поведения. – Текст: электронный // МЧС России [официальный сайт] – URL: <https://www.mchs.gov.ru/deyatelnost/bezopasnost-grazhdan> (дата обращения: 25.04.2021). – Режим доступа: свободный.

49. Сывороткин, В.Л. Землетрясения // Пространство и Время. – 2019. – №2. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/zemletryaseniya-1> (дата обращения: 05.06.2021). – Режим доступа: свободный.

50. МЧС России по Кемеровской области-Кузбассу : официальный сайт : Кемерово. – URL: <https://42.mchs.gov.ru/> (дата обращения 04.06.2021).

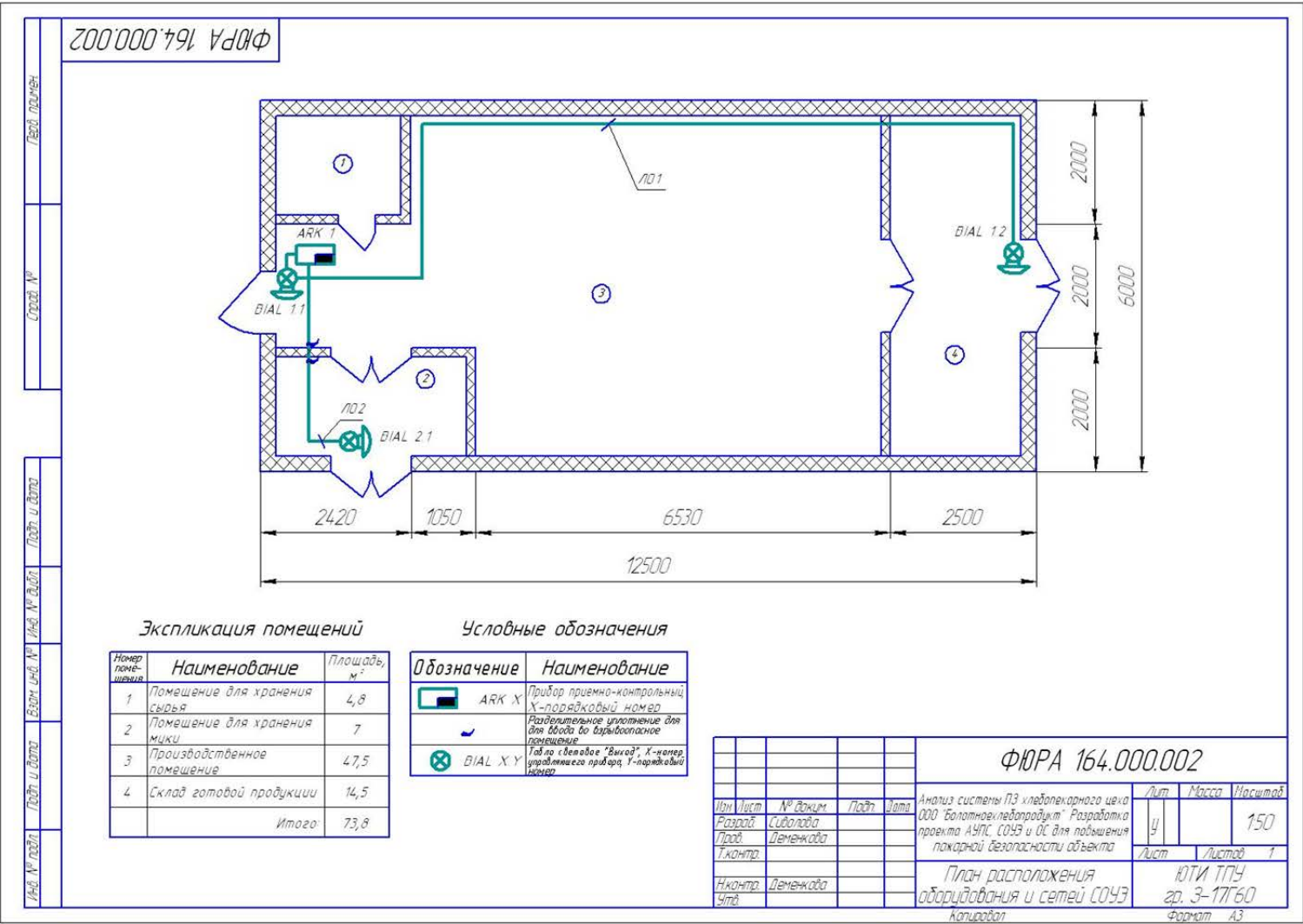
# Приложение А

## План расположения оборудования и сетей пожарной сигнализации



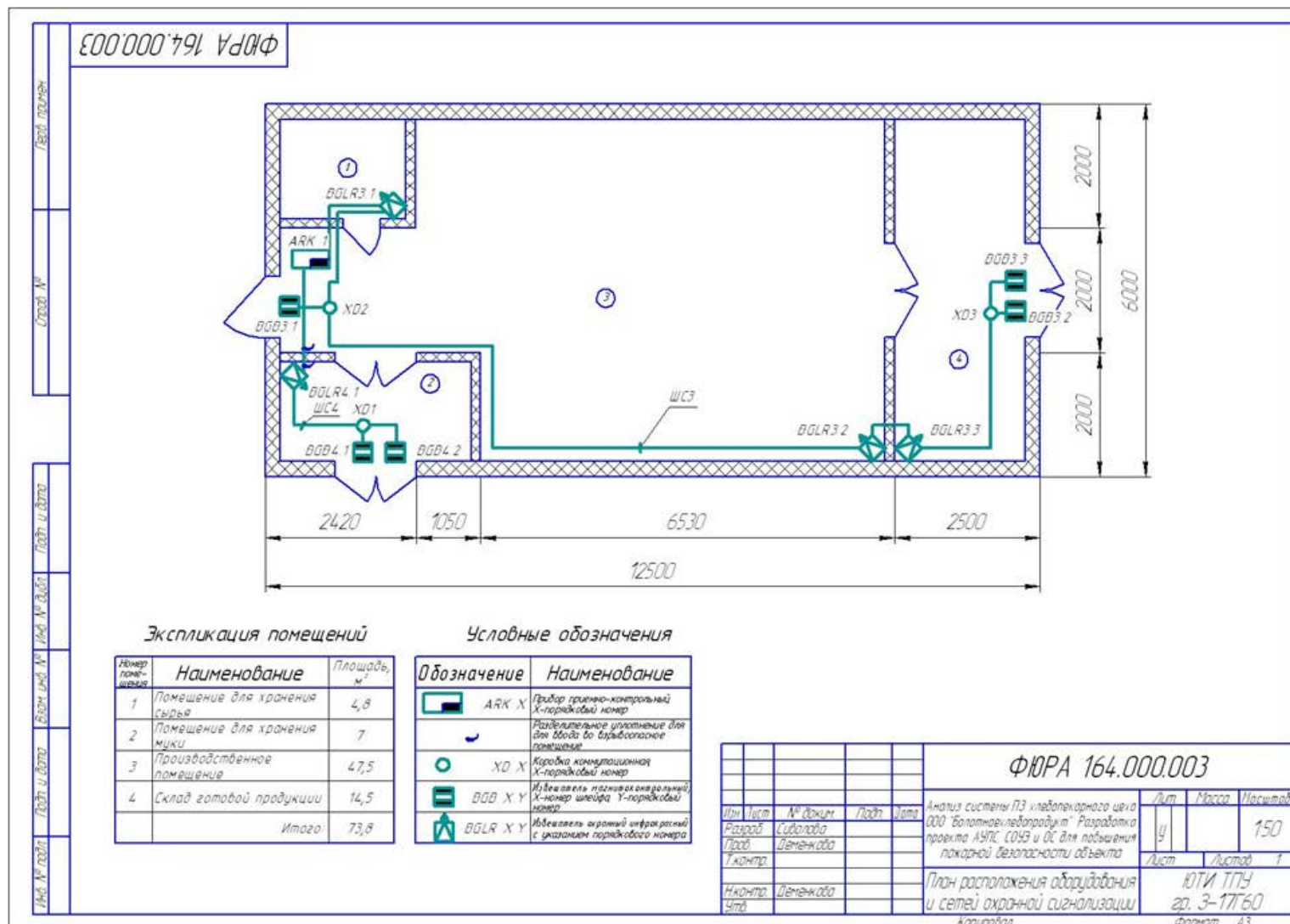
Приложение Б

План расположения оборудования и сетей СОУЭ



## Приложение В

### План расположения оборудования и сетей охранной сигнализации



# Приложение Г

## Структурная схема

